

Modulhandbuch M.Sc Geowissenschaften

Institut für Geowissenschaften / Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Stand: Revision 2018

[violett: 1-semesteriges Pflichtmodul; blau: Wahlpflicht-Modul WiSe; orange: Wahlpflicht-Modul SoSe]

Modulbezeichnung	Gelände				
Code: M.09.065.500					
Verantwortlicher	Prof. Passchier / Prof. Sirocko				
Art des Moduls	Pflichtmodul im 1. Studienjahr (SoSe)				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 2 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>Dieses Modul besteht aus zwei Teilen.</p> <p>Teil 1 bildet die zweistündige Veranstaltung „Erd- und Lebensgeschichte“ (= Erdgeschichte II), die in Form eines Projektseminars abgehalten wird. Das Projektseminar vertieft die im B.Sc.-Studium erworbenen Kenntnisse zur Erdgeschichte und betrachtet nun die Entwicklung des Systems Erde in Raum und Zeit auch auf globaler Ebene. Im Vordergrund stehen dabei die komplexen Wechselwirkungen zwischen geodynamischen Prozessen, Orogenesen, Klima und Meeresspiegelschwankungen, Evolution sowie physikalische und biologische Stoffkreisläufe. Aufbauend auf einführenden Erläuterungen wird von den Studierenden eigenständige Recherche in geeigneten Lehrbüchern und wissenschaftlichen Publikationen zwecks Vertiefung erd- und lebensgeschichtlicher Schlüsselereignisse erwartet. Darüber hinaus sollen die Studierenden das theoretisch erworbene und selbst erarbeitete Wissen an praktischen Beispielen (=„Projekte“) anwenden, in der Gruppe vorstellen und diskutieren. Mögliche Beispiele solcher „Projekte“ umfassen Steckbriefe bedeutender Fossilgruppen, repräsentative Aufschlüsse oder Meilensteine der Evolution.</p> <p>Teil 2 beinhaltet die <u>Geländearbeit</u>. Sie erstreckt sich auf einen Zeitraum von insg. 24 Tagen. Die Geländearbeit wird in 3-5 Themen aufgeteilt. Jedes Thema hat sein bestimmtes Gebiet, in dem die unterschiedlichen Kartentechniken vermittelt werden. Es handelt sich um Sedimentologie, Hydrologie, metamorphe, magmatische und vulkanische Petrologie, Stratigraphie und Strukturgeologie. Manche Arbeiten finden an vulkanischem Gestein mit komplexen Strukturen statt, andere an Gesteinen, anhand derer sedimentäre und vulkanische Strukturen besser untersucht werden können. Die Arbeit ist in mehrere Abschnitte unterteilt, die jeweils von ein oder zwei Betreuern beaufsichtigt werden. Im abschließenden Geländeprotokoll sind alle Exkursionen und Themen zu berücksichtigen. Bestandteil der Ausbildung ist auch der Gebrauch von GIS und digitalen Geländemethoden.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<p><u>Geländearbeit</u> ist die Grundlage für das Verständnis von großflächigen geologischen Prozessen. Ziel ist das Erlernen spezieller geologischer Kartierungsmethoden sowie besonderer Datenerfassungsmethoden der Geowissenschaften. Ein weiteres Ziel ist das Erlernen großflächiger 3D-Korrelation geologischer Phänomene. Schließlich sollen die Studierenden beim Kartieren in kleinen Gruppen ihre Teamfähigkeit trainieren und soziale Kompetenz entwickeln; denn gerade in schwierigem Gelände sollten sich die Mitglieder eines Teams professionell und rücksichtsvoll verhalten.</p> <p><u>Erd- und Lebensgeschichte:</u></p> <p>- systemisches Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen Litho-, Hydro-, Bio- und Atmosphäre in Raum und Zeit (Orogenesen, Paläogeographie, Paläoklima etc.)</p>				
Aufbau und Lehrform	<p>Teil A: (Erd- und Lebensgeschichte), WS: 2 SWS PS (3LP)</p> <p>Teil B: 2 x 12 Tage Geländearbeit (exogenes und endogenes GP, SS, je 6 LP)</p>				
Studienleistungen	Klausur (Erd- und Lebensgeschichte, 90 min)				
Modulprüfung	Protokoll (aus beiden Geländeübungen)				
Sonstiges	<p>Literatur Erd- und Lebensgeschichte: S. Stanley - Earth System History</p> <p>Skripte Erd- und Lebensgeschichte: http://www.paleontology.uni-mainz.de</p>				

Modulbezeichnung	Paläoklima				
Code: M.09.065.515					
Verantwortlicher	Prof. Scholz / Prof. Sirocko				
Art des Moduls	Pflichtmodul im WiSe (alternativ: Dynamik der Lithosphäre)				
Zulassungs-voraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>Im Modul Paläoklima wird wissenschaftliche Expertise aus verschiedenen Abteilungen des Instituts für Geowissenschaften, des Geographischen Instituts und des Max-Planck-Instituts für Chemie zusammengeführt, um den Studierenden das Verständnis der physikalischen Grundlagen der rezenten Klimasteuerung zu vermitteln und die globale Klimageschichte darzustellen. Diese Grundlagen werden im Rahmen einer Ringvorlesung von verschiedenen im Modul engagierten Dozenten vermittelt. In einer weiteren Vorlesung wird die Bedeutung des Klimas für die Entwicklung der Menschheit in der Vergangenheit herausgestellt. Auf dieser Grundlage wird die Bedeutung von Klimaänderungen im 21. Jahrhundert diskutiert. Parallel zum Vorlesungsstoff erlernen die Studierenden im Rahmen einer Übung Methoden zur Rekonstruktion des Klimas der Vergangenheit anhand verschiedener Klimaproxy's. Dies umfasst die entsprechenden mathematischen und statistischen Grundlagen, deren Umsetzung mit unterschiedlicher Software sowie die anschauliche graphische Darstellung der Ergebnisse. Im Rahmen eines Seminarvortrags erarbeiten die Studierenden selbständig die Inhalte aktueller Publikationen aus dem Themenbereich Paläoklima und präsentieren diese ihren Kommilitonen.</p> <p>Auf Basis der erlernten theoretischen und praktischen Kenntnisse und Methoden bearbeiten die Studierenden ein eigenes Forschungsprojekt (Projektarbeit) und fassen die Ergebnisse in Form einer wissenschaftlichen Publikation zusammen. Die benötigten Kenntnisse werden im begleitenden Kurs wissenschaftliches Schreiben vermittelt.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<p>Die Anwendung der im Modul Paläoklimaforschung erlernten Kenntnisse und Techniken zielt zum einen auf eine spätere Tätigkeit in Forschung und Entwicklung, andererseits aber auch auf die Vermittlung von quartärgeologischen und regionalen Aspekten der Klimaforschung; eine Expertise, die in umweltrelevanten Verwaltungsstellen von Stadtverwaltungen bis Bundesämtern von Bedeutung ist. Generell umfassen die vermittelten Kenntnisse die gesamte Bandbreite der exogenen Dynamik und schulen das geowissenschaftliche Prozessdenken auf verschiedenen Zeitskalen. Die in der Übung vermittelten grundlegenden mathematischen und statistischen Verfahren sowie die verwendete Software findet breite Anwendung in allen naturwissenschaftlichen Fächern. Darüber hinaus erlernen die Studierenden im Rahmen des Seminars und der Projektarbeit wichtige Softskills, wie z.B. mündliches und schriftliches Präsentieren von Forschungsergebnissen. Weiterhin werden sie mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis konfrontiert und erlernen, Untersuchungen verantwortlich im Team durchzuführen, lege artis zu arbeiten, Resultate nachvollziehbar zu dokumentieren, alle Ergebnisse konsequent selbst anzuzweifeln, strikte Ehrlichkeit bzgl. Beiträgen anderer zu wahren sowie Primärdaten zu archivieren.</p>				
Aufbau und Lehrform	<p>Ringvorlesung Paläoklimatologie/Klimaarchive: 2 SWS V (1 LP) Klima und Mensch: 2 SWS V (1 LP) Datenanalyse und Präsentation: 2 SWS PS (4 LP) Literatureseminar: 2 SWS HS (4 LP) Projektarbeit inkl. Wiss. Schreiben: 2 SWS PS (5 LP)</p>				
Studienleistungen	<p>Erfolgreiches Absolvieren der Übung (Datenanalyse) Vortrag (Literatureseminar) Projektarbeit</p>				
Modulprüfung	Projektarbeit				
Sonstiges	<p>Modul ist idealerweise im 1. Regelsemester zu belegen. Literatur: Ruddiman, W.F. (2008) Earth Climate – Past and Future. Freeman. Sirocko (2009) Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung – Von der Eiszeit bis ins 21. Jahrhundert, Theiss Verlag.</p>				

Modulbezeichnung	Dynamik der Lithosphäre				
Code: M.09.065.505	(Dynamic of the lithosphere)				
Verantwortlicher	Prof. Passchier / Prof. Kaus				
Art des Moduls	Pflichtmodul im SoSe (alternativ: Paläoklima)				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>This module outlines plate tectonic theory and geodynamics. The courses bring together plate tectonics with the deformational, igneous and metamorphic rock record. Furthermore, an integral component of all practical courses is the learning of soft skills.</p> <p><u>Geodynamics:</u> Obtain a detailed understanding of the physical properties, structure, and dynamical behavior of the mantle-lithosphere system, focusing mainly on Earth but also discussing how these processes occur in other terrestrial planets. You will learn what we know about the Earth from various disciplines and how this can be linked to obtain a mechanically-consistent picture of how the Earth evolved until its present-day state. We will discuss numerical models of mantle convection and lithospheric deformation as well as the basic assumptions that go into such models. The class consists of lectures and homework exercises which will be discussed on a weekly basis (51% of those exercises should be handed in).</p> <p><u>Rheology:</u> Provides a short basis in continuum mechanics for geologists, and outlines the main deformation mechanisms in rocks, and how they lead to the development of large-scale structures. The course includes some practical exercises and field examples.</p> <p><u>Orogenic Systems:</u> Highlights the plate tectonic controls on the igneous and metamorphic evolution of orogenic systems. The igneous and metamorphic rocks, their chemistry, and pressure & temperature histories are considered for different plate tectonic settings. Emphasis is placed on the relationship between the igneous and metamorphic record of ancient and modern orogenic systems and their relationship to tectonic setting.</p> <p><u>Geodynamics Project:</u> Involves a combination of an excursion and a short research project. The excursion to an orogenic belt, such as the Alps, will involve visiting an array of key structural metamorphic and igneous features. The inherent complexity of orogenic belts is highlighted with emphasis on the relationship between the outcrop scale features of orogenic belts and the larger tectonic setting. A literature and field observation-based research project will be undertaken by each student. The project will involve the detailed investigation of an important geodynamic process or feature of an orogenic belt. Students will prepare a short presentation as well as an extended abstract of their topic.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	The student will learn the interaction between plate tectonic driving forces and the deformation, metamorphic and igneous response of rocks to these forces. Since the classes are held in English (largely by native speakers), the students will be perfectly trained for oral and poster presentations at international conferences. Furthermore, the students will be trained in proper scientific conduct (rigour; honesty; integrity; respect for life, law and public good; responsible communications: listening and informing; document of results, team work).				
Aufbau und Lehrform	Geodynamics: 3 SWS [2V (2LP) + 1Ü (1LP)] Rheology: 1 SWS PS (1LP) Orogenic Systems: 3 SWS [2V (2LP) + 1Ü (1LP)] Geodynamics Project : 3 SWS PS (8LP)				
Studienleistungen	Vortrag in der Veranstaltung „Geodynamics Project“ und Übungen in der Veranstaltung „Geodynamics“				
Modulprüfung	Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)				
Sonstiges	Veranstaltung wird in englischer Sprache abgehalten.				

Modulbezeichnung	Petrogenesis				
Code: M.09.065.520					
Verantwortlicher	Prof. Castro / Prof. Botcharnikov				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im WiSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>This module outlines the interpretation of the igneous and metamorphic rock record and how rocks allow us to understand a wide range of important petrological processes. The course will involve using a range of modern microscopy,</p> <p><u>Volcanology:</u> Outlines the formation of volcanoes and types of volcanic eruptions, the physical and chemical characteristics of magmas and melts, and the role and composition of volcanic gases. Volcano types as a function of tectonic setting will be treated in conjunction with interpretation of volcanic rocks in the geological record.</p> <p><u>Metamorphic Petrogenesis:</u> Outlines the main metamorphic processes that operate in the earth and how we understand these processes by studying rocks. The course outlines the interpretation of mineral assemblages, metamorphic textures and mineral compositions using a range of thermobarometric methods</p> <p><u>Igneous Petrogenesis:</u> treats the formation of magmas and melts in the mantle and crust and links into their volcanic products through the composition of magmas and their evolution in processes on their way to the surface through the mantle and crust. The role of magmatic volatiles and their relation to tectonic settings is emphasized.</p> <p>In the "petrology project", students will study petrographic and petrogenetic aspects of rock samples, preparing their own descriptions and interpretations of the origin and evolution of the rocks. Emphasis is placed on the interpretation of the minerals and textures in thin sections (microscopic analyses) and the processes that formed them. One component of this course will be learning of soft skills.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	The students will learn advanced petrographic methods with emphasis on igneous and metamorphic processes and integrating observations with theoretical constraints. Since the classes are held in English (largely by native speakers), the students will be perfectly trained for oral and poster presentations at international conferences. Furthermore, the students will be trained in proper scientific conduct (rigour; honesty; integrity; respect for life, law and public good; responsible communications: listening and informing; document of results, team work).				
Aufbau und Lehrform	Volcanology: 4 SWS [2V (3LP) + 2Ü (2LP)] Metamorphic Petrogenesis: 2 SWS [1V (2LP) + 1Ü (1LP)] Igneous Petrology: 2 SWS [1V (2LP) + 1Ü (1LP)] Petrology Project: 2 SWS PS (4LP)				
Studienleistungen	Vortrag (Volcanology)				
Modulprüfung	Hausarbeit (Petrology Project)				
Sonstiges	Veranstaltungen werden überwiegend in Englisch abgehalten. Modul ist idealerweise im 1. Regelsemester zu belegen.				

Modulbezeichnung	Spezielle Isotopengeologie				
Code: M.09.065.590					
Verantwortlicher	Prof. Mertz / Prof. Scholz				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im WiSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	Credits: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>Das Modul vermittelt tiefreichende Kenntnisse über isotopengeochemische Methoden und deren Anwendung zur Entschlüsselung exogener und endogener sowie auch nicht-geowissenschaftlicher Prozessabläufe. Hierbei werden spezielle Fragestellungen verschiedener Disziplinen eingeführt und diskutiert, die zeitlich menschheitsgeschichtlich bis geologisch relevante Skalen sowie räumlich atomare bis globale Skalen betreffen. Dies umfasst beispielsweise geodynamische (z.B. Plattentektonik und Manteldynamik), lagerstättenkundliche (z.B. hydrothermaler Stofftransport), klimaindikative (z.B. Hydro- und Biosphärenentwicklung, Klimaänderungen) sowie anthropologische, archäologische und forensische (z.B. Provenienzanalyse) Aspekte. Es werden natürliche und künstliche radioaktive, radiogene und kosmogene Nuklide sowie traditionelle und nicht-traditionelle stabile Isotopensysteme, die als Chronometer resp. Tracer Verwendung finden, behandelt.</p> <p>In der praktischen Geländeübung wird anhand von Aufschlüssen in exogenem und endogenem Milieu exemplarisch demonstriert, welche geowissenschaftlichen Fragestellungen mittels isotopengeochemischer Methoden gelöst werden können, wobei sowohl das Potential als auch limitierende Faktoren für die Methodik kritisch evaluiert werden.</p> <p>Im praktisch-analytischen Teil des Moduls werden instrumentelle Methoden zur Analyse der Isotopendaten vorgestellt. Dabei stehen sowohl chemische Verfahren zur Probenaufbereitung (Reinraumanalytik) als auch instrumentelle Verfahren (Gas- und Feststoffmassenspektrometrie, Laser-Ablation, Multi-Kollektor-Systeme, etc.) im Vordergrund.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<ul style="list-style-type: none"> - Tiefreichende Kenntnis und Anwendung isotopengeochemischer Methoden zur Lösung komplexer geowissenschaftlicher Fragestellungen - Verständnis und Fähigkeit zur selbständigen Entwicklung von multidisziplinären Ansätzen zur wissenschaftlichen Problemlösung geowissenschaftlicher Fragestellungen - Praktische Anwendung massenspektrometrischer Analytik und mathematische Auswertung apparativ-analytisch gewonnener Daten - Zielgerichtete mündliche und schriftliche Darstellung von wissenschaftlichen Sachverhalten - Anwendung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis, Untersuchungen verantwortlich im Team durchzuführen, <i>lege artis</i> zu arbeiten, Resultate nachvollziehbar zu dokumentieren, Ergebnisse konsequent selbst anzuzweifeln, strikte Ehrlichkeit bzgl. Beiträgen anderer zu wahren sowie Primärdaten zu archivieren 				
Aufbau und Lehrform	Instrumentelle Analytik: 3 SWS P (4LP) 5 Tage Geländeübung: 3 SWS GP (3LP) Projektarbeit: 2 SWS PS (4LP) Seminar: 2 SWS HS (4LP)				
Studienleistungen	Protokoll und Vortrag (Instrumentelle Analytik) Protokoll oder Vortrag (Geländeübung) Posterpräsentation und Ausarbeitung (Projektarbeit)				
Modulprüfung	Vortrag (Seminar)				
Sonstiges	Modul ist idealerweise im 1. Regelsemester zu belegen. Literatur: Faure, G. (1986) Principles of Isotope Geology, Wiley; Hoefs, J. (1997) Stable Isotope Geochemistry, Springer; Criss, R.E. (1999) Principles of stable isotope distribution, Oxford University press; Dickin, A. P. (1995) Radiogenic isotope geology, Cambridge University Press; Johnson, C.M. et al., eds. (2004) Geochemistry of non-traditional stable isotopes, Rev. Min. Geochem. Vol. 55, Min. Soc. America				

Modulbezeichnung	Applied Computational Geomechanics				
Code: M.09.065.650					
Verantwortlicher	Dr. Popov / Prof. Kaus				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im WiSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>The goal of this module is to learn how modelling can be used to solve geomechanical problems, such as stresses around tunnels and boreholes, slope stability/landslides, and flow in (geothermal) reservoirs. The focus is on learning how to write your own software to solve such problems, rather than learning to click the buttons on an existing software package. You will also learn how to tackle real geological problems with these newly developed tools.</p> <p><u>Geomechanics:</u> In this course, you will learn the basic equations that need to be solved in a computer code to tackle geomechanical questions (such as Darcy flow, temperature, elastoplastic deformation), and some of the theory behind. You will learn to perform dimensional analysis and some of the existing analytical solutions for problems, such as plate bending, rock failure, stresses around boreholes etc.</p> <p><u>Introduction to geomechanical Modelling:</u> Essentially all existing geomechanical software relies uses the finite element method to solve the governing equations. Here, you will learn the basic of the FE method, starting with 1D examples. Yet, as you will see, going from 1D to 2D (and even 3D) is not all that difficult, so you will end up with your own software that can analysis (elastoplastic) stresses around tunnels or underground cavities.</p> <p><u>Applied geomechanics project:</u> Here you will choose a particular project and work on solving it using the tools you have developed in the first part of the module. Examples of possible projects are: How much does the ground subside when you extract gas from a reservoir? What are the stresses when you excavate a new quarry and will the wall collapse or not? If you construct a new dam, how will the water flow beneath the dam and can this result in a landslide? What are stresses and temperatures with a tunnel? Depending on interest, potential topics may also include geodynamic ones, such as modelling subduction dynamics, or deformation of salt structures or fold and thrust belts.</p> <p><u>Computational Geosciences:</u> Discuss current literature related to open questions in quantitative geomechanics or geodynamics.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	Students will learn how to solve geomechanical and geodynamic problems with the help of computer models. They will learn the basics physical equations that govern such processes, learn how to solve them mathematically and how to solve them using the finite element method. They will also use the tools to realistic geomechanical problems. Rather than learning to use one of the many existing software packages that are used in companies, you will learn what us behind these software, and why the finite element method works. This will, on the long term, give you a crucial advantage while working in engineering (geology) companies.				
Aufbau und Lehrform	Geomechanics: 3 SWS V+Ü (3 LP) Introduction to geomechanical modelling: 4 SWS Ü (5 LP) Advanced Geomechanics Project: 3 SWS P (5 LP)] Computational Geosciences : 1 SWS S (2LP)				
Studienleistungen	-				
Modulprüfung	Projektarbeit oder Präsentation				
Sonstiges	Modul ist idealerweise im 1. Oder 3. Regelsemester zu belegen. Teilnehmerbeschränkung :20 Kurssprache: Englisch It is recommended to follow the BSc-class „Introduction to computational geosciences“ before starting this module. Students are also expected to be familiar with MATLAB/Octave.				

	Literatur: - Reservoir Geomechanics (Zoback) - Practical finite element modelling in Earth sciences using MATLAB. (Simpson) - Geodynamics (Turcotte and Schubert) Cambridge University Press.
--	---

Modulbezeichnung	Geodynamical and Petrological Methods				
Code: M.09.065.570					
Verantwortlicher	Prof. Botcharnikov / Prof. Passchier				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im WiSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>This course provides a background in methods to collect, manage, and interpret data in geophysics, geodynamics and petrology. Furthermore, an integral component of all practical courses is the learning of soft skills.</p> <p><u>Microtectonics:</u> This course teaches the interpretation of geometries in deformed rocks in thin section. Lectures alternate with microcopy practicals on each of the treated subjects.</p> <p><u>Mineral Equilibria Modelling:</u> This is a computer-based course teaching the use of the software package THERMOCALC to calculate a range of metamorphic phase diagrams. Such diagrams are routinely used in metamorphic studies as a tool for the interpretation of P-T conditions and P-T paths.</p> <p><u>Magmatic Processes:</u> This course section treats the geometry of melts in partially molten rocks and the factors affecting extraction of melts from them. The evolution of melt composition as a result of melting conditions and the crystallization of minerals will be quantitatively assessed.</p> <p><u>Geophysical Modelling:</u> involves the application geophysical modelling software to the Earth's interior and the use of geodynamic modelling to large scale tectonic features (e.g., modelling of subduction zones, magma emplacement within the lithosphere, or the formation of fault and thrustbelts) Geoscientific data visualization: In this course, students learn how to collect and analyze openly available geoscientific data (e.g., earthquake location, GPS data, gravity data, topography, but also climate data), visualize them (e.g., as maps) and interpret the results. Open-source software packages will be used for this (such as GMT (generic mapping tools), and students can apply the tools to their own field region.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	The student will learn modern geodynamic, microstructural and modelling methods, gaining skills in the modelling of earth processes as well as collecting and visualizing geoscientific data. Since the classes are held in English (largely by native speakers), the students will be perfectly trained for oral and poster presentations at international conferences. Furthermore, the students will be trained in proper scientific conduct (rigour; honesty; integrity; respect for life, law and public good; responsible communications: listening and informing; document of results, team work).				
Aufbau und Lehrform	Microtectonics: 2 SWS U Mineral Equilibria Modelling: 2 SWS [1V (2LP) +1Ü (1LP)] Magmatic Processes: 1 SWS Ü (2LP) Geophysical Modelling: 3 SWS [1V (1LP) + 2Ü (3LP)] Geoscientific Data: 2 SWS Ü				
Studienleistungen	Vortrag (Geophysical Modelling) Bericht (geoscientific data visualization)				
Modulprüfung	Projektarbeit				
Sonstiges	Veranstaltung wird in englischer Sprache abgehalten. Idealerweise im 3. Regelsemester zu belegen.				

Modulbezeichnung	Hydrogeochemie und Altlasten				
Code: M.09.065.620					
Verantwortlicher	Prof. Kersten / Prof. Wieber				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im WiSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	MSc. Geowissenschaften, MSc. Chemie				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10 (Blockveranstaltungen)	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	Schwerpunkte in diesem Modul sind die Wasserchemie unter besonderer Berücksichtigung des Schadstoffverhaltens im Zusammenhang mit der Altlastensanierung (4 Blockkurse). Themen im ersten Schwerpunkt sind Grundbegriffe der Wasserchemie sowie Wasseraufbereitung, dazu Fragen der Wasserqualität und der damit einhergehenden analytischen Wasserchemie. Dazu wird neben der theoretischen Einführung ein einwöchiges wasserchemisches Laborpraktikum angeboten. Eingeübt soll auch das Verhalten natürlicher und anthropogener Wasserinhaltsstoffe in Aquiferen anhand von entsprechenden Computerübungen mit praktischen Fallbeispielen. Die Erarbeitung nationaler und europäischer Umweltgesetzgebung zu allen Aspekten des Altlastenmanagements wie Standortfrage von Deponien, Prozesse in reaktiven Deponiekörpern, Erkundung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, Sicherungs- und Sanierungstechniken, Planungsgrundsätze für die Sicherung/Sanierung, etc. ist Schwerpunkt der vierten Veranstaltung. Diese Themen sind ein wichtiges Arbeitsfeld für Geowissenschaftler und sollen daher auch durch den einen oder anderen Referenten (z.B. ehemalige Absolventen) aus der beruflichen Praxis abgedeckt werden.				
Kompetenzen (Lernziele)	<ul style="list-style-type: none"> - Kenntnis und Bewertung der wesentl. gesetzlichen Umweltbestimmungen in Bezug auf Wasser und Altlasten - Grundkenntnisse der Wasseraufbereitungstechnik - Grundkenntnisse in Wasserchemie und Wasseranalytik - Grundkenntnisse in der Modellierung des Schadstoffverhaltens in Aquiferen - Grundkenntnisse in den wesentl. ingenieurtechnischen Arbeiten und Pflichten bei Bauvorhaben auf kontaminierten Gelände wie z.B. Altlastenbeprobung nach LAGA PN 98 - Grundkenntnisse zu den Sicherungs-/Sanierungstechniken von Altlasten 				
Aufbau und Lehrform	4 einwöchige Blockkurse (PS) 2 eintägige Geländeseminare (GP)				
Studienleistungen	Je eine Hausarbeit und Laborbericht als Eingangsvoraussetzung zur Modulprüfung				
Modulprüfung	Modulabschlussprüfung: X			Kumulative Prüfung: -	
	Art der Modulprüfung: mündlich, 30 min				
Sonstiges	Literatur z.B.: <ul style="list-style-type: none"> - Franzius et al.: Handbuch der Altlastensanierung. - Rettenberger G. (Hrsg.): Nachsorge von Deponien. - Sigg & Stumm: Aquatische Chemie, 5. Aufl. 2011, UTB 8463 				

Modulbezeichnung	Mineralogische Material- und Edelsteinkunde				
Code: M.09.065.600					
Verantwortlicher	Dr. Häger				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im SoSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 8	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p><u>Edelstein-Material (Geo- und Bio-):</u> Darstellung der Materialien hinsichtlich Aufbau, Vorkommen, Bildungsbedingungen, Materialeigenschaften, Bearbeitungseigenschaften, Synthesen, Imitationen etc.</p> <p><u>Klassische Bestimmungsmethoden:</u> Bestimmungsmethoden, Funktionsweise klassischer gemmologischer und materialcharakterisierender Methoden, wie z.B. Lichtbrechung, Optische Eigenschaften, Dichte, Härte, Einschluß-/Gefüge-Mikroskopie,</p> <p><u>Weiterführende Bestimmungsmethoden:</u> Spektroskopische Methoden zur Lumineszenz, Fluoreszenz, Raman-Spektroskopie, Typ-Charakterisierung (z.B. IR für Diamant), Abbildungsmethoden, Charakteristische Element-Muster, UV-Vis/NIR-Spektroskopie; KL etc.</p> <p>Grundprinzip: Zerstörungsfreie Materialanalyse hinsichtlich Art, Genese (Vorkommen), und Behandlung</p> <p><u>Bearbeitungs-/Behandlungsmethoden:</u> Darstellung spezieller Behandlungsmethoden, Umsetzung, Herausarbeitung von Behandlungsstrategien; Bearbeitungsmethoden auf den Grundlagen der Materialkenntnisse unter Ausnutzen spezieller Schleif- und Poliertechniken und -methoden, in Kooperation mit FH Idar-Oberstein.</p> <p>Bestandteil der Übungen ist auch die Vermittlung von Soft skills.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<p>Kompetenzen auf dem Gebiet zerstörungsfreier Materialanalytik, der Bestimmung und Untersuchung unterschiedlicher Mineralgruppen (Erze, Edelsteine, Biomineralisate), Grundlagen in der Bearbeitung und Beurteilung von Edelsteinen.</p> <p>Kenntnisse über die Bildungsbedingungen und Vorkommen der behandelten Minerale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende werden nach erfolgreichem Abschluß des Kurses in der Lage sein, eine Reihe von Erzminerale, Edelsteinen und Biomineralien mit kompetent ausgewählter Methodik zerstörungsfrei zu analysieren. • Da oftmals eine einzige Untersuchungsmethode nicht ausreicht, werden die Studierenden gelernt haben, problemorientierte Untersuchungsstrategien zu entwickeln und deren Ergebnisse schriftlich und mündlich darzustellen; das wird u.a. die Fähigkeit trainieren, wissenschaftliche Daten verständlich zu kommunizieren • Studierende werden sensibilisiert für die Bedeutung der einzelnen Mineralgruppen für Wirtschaft, Gesellschaft und Klima (Stichwort Biominerale als Klimaarchive) • Darüber hinaus werden die Studierenden in den Übungen mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis vertraut gemacht, d.h. Untersuchungen verantwortlich im Team durchzuführen, <i>lege artis</i> zu arbeiten, Resultate nachvollziehbar zu dokumentieren, Ergebnisse konsequent selbst anzuzweifeln, strikte Ehrlichkeit bzgl. Beiträgen anderer zu wahren sowie Primärdaten zu archivieren. 				
Aufbau und Lehrform	<p>Edelstein-Material (Geo- und Bio-): 1 SWS V (2LP)</p> <p>Klassische Bestimmungsmethoden: 2 SWS [1V (2LP) + 1PS (3LP)]</p> <p>Weiterführende Bestimmungsmethoden: 3 SWS [1V (2LP) + 2PS (4LP)]</p> <p>Bearbeitungs-/Behandlungsmethoden: 2 SWS [1Ü (1LP) + 1P (1LP)], teilweise in Idar-Oberstein</p>				
Studienleistungen	Vortrag (Bearbeitungs-/Behandlungsmethoden), Bericht zu Bestimmungsmethoden				
Modulprüfung	Mündliche Prüfung				
Sonstiges	<p>Literatur:</p> <p>WEHRMEISTER & HÄGER (2007) : Edelsteine Erkennen (Rühle-Diebener Verlag); BERAN & LIBOWITZKY (2004): Spectroscopic Methods, EMU-Notes in Mineralogy 6</p>				

Modulbezeichnung	Analytische Paläontologie				
Code: M.09.065.550					
Verantwortlicher	Prof. Schöne				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im SoSe				
Zulassungsvoraussetzungen	Erfolgreiches Absolvieren des B.Sc.-Moduls „Paläontologie“ oder eines vergleichbaren Moduls zur Paläontologie				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften; M.Sc. Biologie (Teilnehmerbegrenzung: 3 Studenten / Jahr)				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>Im Vordergrund des Moduls stehen moderne, anwendungsbezogene paläontologische Forschungsthemen. Die Studierenden werden insb. an selbständiges Arbeiten und die praktische Umsetzung theoretisch erworbenen Wissens herangeführt.</p> <p>In der Veranstaltung „<u>Biogene Klima- und Umweltarchive</u>“ werden zunächst Grundlagen zur Nutzung mineralisierter Hartgewebe für Paläoklima- und Paläoumweltrekonstruktion vermittelt, z.B. Sclerochronologie (= Analyse von Änderungen im Zuwachs und chemischen Parametern in Schalen, Skeletten und Zähnen), Mikropaläontologie, analytische Verfahren etc. Geeignetes Probenmaterial veranschaulicht dabei die Lehrinhalte. Außerdem werden Grundzüge der Biomineralisation (PD Dr. D. Jacob) vermittelt, um ein prozessuales Verständnis der Nutzung biogener Klima-/Umweltarchive zu schaffen.</p> <p>Im Rahmen des Projektseminars wird Probenmaterial mit geeigneten Methoden aufbereitet, analysiert (physikalisch, chemisch, statistisch) und beschrieben. Nötige Laborarbeiten und Analysen führen die Studierenden weitgehend selbständig, jedoch unter wissenschaftlicher Betreuung durch. Der Kurs kann auch einen Geländeaufenthalt beinhalten.</p> <p>Ergebnisse der Untersuchungen stellen die Studierenden schließlich im Rahmen eines Vortrags vor. In der Veranstaltung „<u>Wissenschaftliche Präsentation und Textgestaltung</u>“ erhalten die Teilnehmenden außerdem eine umfassende Anleitung zur prägnanten Darstellung und effektiven Vermittlung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse. Dazu gehören Grundkenntnisse dialektischer Rhetorik, wissenschaftliches Formulieren und Zitieren sowie Gestaltung und Aufbau von Vorträgen, Postern und Publikationen, aber auch beispielsweise die wissenschaftlich korrekte Beschreibung von Fossilien.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<p>Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse über biogene Klima- und Umweltarchive und Techniken zur Aufbereitung und Analyse dieser Archive sind von zunehmender Bedeutung für die Klimaforschung und das retrospektive Umweltmonitoring, also jenen Themen, die aktuell und in den kommenden Jahren zu neuen Berufsfeldern heranreifen.</p> <p>Eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten und die effektive Darstellung von Daten in Bild und Schrift sind nicht nur Kernkompetenzen im wissenschaftlichen Bereich, sondern auch Grundvoraussetzung für die meisten geowissenschaftlichen Berufe.</p> <p>Bestand der praktischen Lehrveranstaltungen sind auch die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis (verantwortliche Teamarbeit, <i>lege artis</i> arbeiten, Resultate nachvollziehbar dokumentieren, alle Ergebnisse konsequent selbst anzweifeln, strikte Ehrlichkeit bzgl. Beiträgen anderer wahren, Primärdaten archivieren).</p>				
Aufbau und Lehrform	1 SWS V+Ü (3 LP); 6 SWS PS (9 LP); 3 SWS S (3LP)				
Studienleistungen	-				
Modulprüfung	Projektarbeit				
Sonstiges	<p>Idealerweise im 3. Regelsemester zu belegen. Max. 12 Teilnehmer.</p> <p>Literatur: Rhoads & Lutz - Skeletal Growth of Aquatic Organisms Schöne & Surge - Accretionary Skeletons (Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 228) Cook & Kairiukstis - Methods of Dendrochronology (Abschnitt Statistik)</p> <p>Skripte zum Modul unter http://www.paleontology.uni-mainz.de</p>				

Modulbezeichnung	Vulkane und Atmosphäre				
Code: M.09.065.580					
Verantwortlicher	Prof. Castro				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im SoSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine Volcanic Triggers and Tectonics				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand: 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p>Im Mittelpunkt dieses Moduls stehen die Wechselwirkung von vulkanischer Aktivität und Zusammensetzung der Atmosphäre und schließlich auch die Beeinflussung des Klimas durch Vulkanismus. Bestandteil der Übungen ist auch die Vermittlung von Soft skills.</p> <p><u>Physikalische Vulkanologie:</u> Betrachtung unterschiedlicher Vulkantypen, Eruptionsmechanismen, dem Chemismus von Magmen und Laven und der Zusammensetzung von vulkanischen Gasen. Der Zusammenhang zwischen Vulkantypen und dem tektonischen Umfeld einer Region wird mittels Interpretation vulkanischer Gesteine vertieft.</p> <p><u>Vulkane und Atmosphäre:</u> In dieser Veranstaltung werden die Auswirkungen vulkanischer Exhalationen auf die Gaszusammensetzung der Atmosphäre dargestellt sowie deren Folgen für das Weltklima.</p> <p>Die Vorlesung „Volcanic Triggers and Tectonics“ erläutert die Wechselwirkung zwischen vulkanischen und tektonischen Prozessen. Z.B. die Wirkung von Erdbeben auf Magmenkammern.</p> <p>Die Geländeübung ‚Volcanic Successions‘ führt für 9-10 Tage ins Gelände. Die zuvor theoretisch erlernten Methoden zur Messtechnik werden in der Praxis erläutert. Darüber hinaus lernen die Teilnehmer vulkanische Gesteine und Formationen zu erkennen und zu klassifizieren.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	Verständnis des Zusammenhangs zwischen endogenen und exogenen Prozessen, zwischen Vulkanismus und Klima sowie biogeochemischen Zyklen. Darüber hinaus werden die Studierenden in den Übungen mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis vertraut gemacht, d.h. Untersuchungen verantwortlich im Team durchzuführen, <i>lege artis</i> zu arbeiten, Resultate nachvollziehbar zu dokumentieren, Ergebnisse konsequent selbst anzuzweifeln, strikte Ehrlichkeit bzgl. Beiträgen anderer zu wahren sowie Primärdaten zu archivieren.				
Aufbau und Lehrform	Physical Volcanology: 3 SWS [2V (2LP) + 1Ü (2LP)] Vulkane und Atmosphäre: 2 SWS V (4LP) Volcanic Triggers and Tectonics: 1 SWS [1V (2LP)] Geländeübung: 4 SWS GP (9-10 Tage, 5 LP)				
Studienleistungen	Vortrag (Vulkanologie)				
Modulprüfung	Projektarbeit				
Sonstiges	<p>Veranstaltungen werden größtenteils in englischer Sprache abgehalten.</p> <p>Literatur:</p> <p>“Volcanic successions”; R.A.F. Cas and J.V. Wright, Chapman and Hall, New York, 1992. “Volcanism”; H.U. Schmincke, Springer-Verlag, 2004, Heidelberg. Seinfeld, J. H., Pandis, S., Atmospheric Chemistry and Physics, Wiley, 2006.</p> <p>Weitere Informationen: : www.vulkanologie.uni-mainz.de</p>				

Modulbezeichnung	Georessources II				
Code: M.09.065.660					
Verantwortlicher	Dr. Popov / Dr. Enzmann / Dr. Seelos / Dr. Häger				
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul im SoSe				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Verwendbarkeit	M.Sc. Geowissenschaften				
Modus	ECTS-Punkte: 15	Dauer: 1 Semester	Turnus: Jährlich	Anzahl der SWS: 10	Ø Arbeitsaufwand 450 Std.
Inhaltliche Beschreibung	<p><u>Reservoir Geomechanics</u>: The lecture course covers important practical topics in the field of reservoir engineering including tectonic stress field, pore pressure in sedimentary basins, wellbore stability, hydraulic fracturing, and induced seismicity. Lectures are accompanied by a set of exercises that will be extensively discussed and solved in groups of students during the practical part of the course.</p> <p><u>Reservoir Flow Modeling</u>: The practical part includes hands-on tutorials and exercises with the reservoir flow simulation codes, considering the examples of petroleum production simulation, geothermal engineering, and groundwater flow. The accompanying lecture provides theoretical basis for the multiscale modeling of single- and multi-phase flow in permeable rocks.</p> <p><u>GIS II, Remote Sensing</u>: The lecture course covers basics of satellite based Multi-spectral Remote Imaging (MSI) and Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry with special focus for applied geology applications (soils, hydrology, landslides), including practical exercises with common satellite data and software. A second part works intensively with airborne LiDAR and SAR data, digital terrain modelling and GIS based applications.</p> <p><u>Fieldwork and Photogrammetry</u>: During a three-days-fieldtrip in outcrops of the Saar-Nahe-Basin and the Rhine Rift Valley the participants are introduced in different field methods (mapping, measurement of fissures, drilling, photogrammetric records by fixed cameras and quadcopter). Afterwards, the obtained samples are analyzed by modern X-ray lab methods and interpreted during a two-days-seminar by the usage of numerical software.</p>				
Kompetenzen (Lernziele)	<p>The students will learn to combine knowledge of the stresses and forces in the Earth with the principles of rock mechanics, structural geology, petroleum engineering, and earthquake seismology to address a number of problems of direct relevance to oil and gas reservoirs (such as wellbore stability), as well as geothermal reservoirs, and problems related CO₂ sequestration. The students will be trained to build, understand, and visualize the 2D and 3D models of single- and multi-phase fluid flow in the hydrocarbon, geothermal, and groundwater reservoirs using the contemporary software packages. They will learn how to use numerical model of the petrophysical characteristics of a reservoir to analyze and predict fluid behavior in the reservoir over time.</p> <p>The students will learn theoretical background and principles of the wide field of Remote Sensing in earth sciences and combining with practical applications in applied geology including data acquisition techniques, methods and software, working with large datasets and GIS applications close to current research projects.</p> <p>They will come in contact with modern field methods like airborne photogrammetry in, X-ray diffraction and fluorescence analyses in the lab and numerical software tools for interpretation.</p>				
Aufbau und Lehrform	<p>Reservoir Geomechanics: 2 SWS [1V (2LP) + 1Ü (2LP)]</p> <p>Reservoir Flow Modeling: 2 SWS [1V (2LP) + 1Ü (2LP)]</p> <p>GIS II, Remote Sensing: 3 SWS [1 V + 2 Ü (3LP)]</p> <p>Fieldwork, Photogrammetry: 2 SWS GP (3LP)</p>				

	Geoessources Lab: 1 SWS PS (1LP)
Studienleistungen	-
Modulprüfung	Projektarbeit
Sonstiges	<p>Literatur: Zoback, M.D. (2007) Reservoir Geomechanics. Cambridge University Press Lie, K-A. (2016) An Introduction to Reservoir Simulation Using MATLAB. SINTEF ICT Gupta, R.P. (2018) Remote Sensing Geology. Springer (Neuaufgabe: erscheint am 07.12.2017) Kraus, K. (2007) Photogrammetry. de Gruyter</p>