



Institut für Geo- und Umwelt naturwissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Modulhandbuch

B.Sc. Geowissenschaften

(Prüfungsordnung 2015)



Freiburg, den 01.02.2018

Ältere Versionen des Modulhandbuchs sind im Archiv zu finden

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Informationen	5
1.1 Geowissenschaften heute	5
1.2 Der Arbeitsmarkt für Geowissenschaftler_innen	5
1.3 Voraussetzungen für das Studium	7
1.4 Wie ist der Bachelor-Studiengang Geowissenschaften in Freiburg aufgebaut?	7
1.5 Studieninhalte Bachelor of Science Geowissenschaften	11
1.5.1 Geowissenschaften / Pflichtmodule: Tabelle 1	11
1.5.2 Geowissenschaften / Wahlpflichtmodule: Tabelle 2	13
1.5.3 Naturwissenschaftliche Grundlagen / Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule: Tabelle 3 ...	14
1.5.4 Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK-Module): Tabelle 4	14
1.6 Beratung und Anlaufstellen	15
2. Pflichtmodule (P)	17
2.1 Endogene Geologie	17
2.2 Exogene Geologie und Kartenkunde I	20
2.3 Kristalle und Minerale	23
2.4 Geochemie	26
2.5 Petrologie	28
2.6 Geo-Labor-Übung und Kartenkunde II	31
2.7 Exkursionen I	34
2.8 Geologischer Kartierkurs I	36
2.9 Modellierung und Datenanalyse	38
2.10 Physik und Chemie der Kristalle	40
2.11 Sedimentologie	43
2.12 Geophysik	46

2.13 Methoden der Mineralogie	48
2.14 Regionale und Historische Geologie.....	51
2.15 Strukturgeologie und Tektonik.....	54
2.16 Exkursionen II	57
2.17 Geologischer Kartierkurs II	59
2.18 Exkursionen III	62
2.19 Allgemeine und Anorganische Chemie	64
2.20 Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie	66
2.21 Einführung in die Physik mit Experimenten	68
2.22 Bodenkunde	70
2.23 Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften.....	73
2.24 Physikalisches Praktikum.....	75
3. Wahlpflichtmodule (WP).....	77
3.1 Prozesse in der Lithosphäre	77
3.2 Oberflächennahe Prozesse.....	80
3.3 Umweltgeochemie	83
3.4 Materialwissenschaften	86
3.5 Hydrogeologie	89
3.6 Georessourcen I	92
3.7 Georessourcen II	95
3.8 Geowissenschaftliche Analytik.....	98
3.9 Struktur und Morphologie von Orogenen.....	101
3.10 Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften.....	104
4. Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)	109
4.1 Berufsfeldorientierte Kompetenzen I.....	109
4.2 Berufsfeldorientierte Kompetenzen II.....	112

4.3 Externe Berufsfeldorientierte Kompetenzen	114
---	-----

1. Allgemeine Informationen

Dieses Modulhandbuch dient den Studierenden als Leitfaden für das Studium im Bachelorstudiengang Geowissenschaften. Der Bachelor of Science (B.Sc.) ist ein berufsqualifizierender, international anerkannter Abschluss, welcher innerhalb von sechs Semestern erworben werden kann. Mit diesem Studiengang bietet sich die Möglichkeit eines bundes- und weltweiten Hochschulwechsels oder Austausch. Der Studiengang B.Sc. Geowissenschaften wurde zuletzt 2012 durch die Agentur für Qualitätssicherung und Akkreditierung von Studiengängen (AQAS e.V.) akkreditiert. Das vorliegende Modulhandbuch enthält allgemeine Informationen über die Freiburger Geowissenschaften sowie Geowissenschaften als Studienfach. Es gibt einen Überblick über Struktur und Ablauf des Bachelorstudiengangs und liefert alle notwendigen Details über Module und Lehrveranstaltungen.

1.1 Geowissenschaften heute

Die Geowissenschaften beschäftigen sich mit der Entwicklung der Erde und den dynamischen Prozessen, die im Innern und an seiner Oberfläche ablaufen. Geowissenschaftler_innen untersuchen die Bausteine der Erde (Kristalle, Minerale und Gesteine) in ihrem Aufbau und ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie schließen hieraus einerseits auf die Bildungsbedingungen und machen sich andererseits diese Bausteine als Rohstoffe und Energieträger zu Nutze. Geowissenschaftler_innen untersuchen den Ist-Zustand der Erde, der ein Abbild der erdgeschichtlichen Vergangenheit ist. Aus den Abläufen in der Vergangenheit lassen sich Voraussagen über die nahe und ferne Zukunft der Erde ableiten und Konzepte einer nachhaltigen Nutzung des Planeten Erde entwickeln. Die Geowissenschaften gliedern sich in verschiedene Teildisziplinen, deren Grundlagen im Bachelorstudiengang vermittelt werden: Geologie, Sedimentgeologie, Geophysik, Planetologie, Paläontologie, Mineralogie, Petrologie und Geochemie, Kristallographie und Materialwissenschaften.

Die Bachelor- und Masterstudiengänge lösen die früheren Fachgrenzen innerhalb der Geowissenschaften auf. Dies spiegelt die Entwicklung der Geowissenschaften zu einer interdisziplinären Zukunftswissenschaft wider.

1.2 Der Arbeitsmarkt für Geowissenschaftler_innen

Die Geowissenschaften leisten wesentliche und gesellschaftlich relevante Beiträge bei der Sicherung von Energie- und Rohstoffquellen, der Versorgung mit Grundwasser, der Sanierung und Deponierung von Altlasten, dem Tief- und Felsbau sowie in der Vorhersage und dem Monitoring von Naturkatastrophen, um nur einige Aspekte aus der breiten Skala der Auswirkungen der Lithosphären auf Natur und Mensch zu nennen. Für alle genannten Bereiche ist ein grundlegendes Verständnis der Erde und ihrer Prozesse Voraussetzung. Damit der geowissenschaftliche Nachwuchs optimal auf den Beruf vorbereitet ist, braucht er eine breite und solide Grundausbildung. Diese wird durch den Bachelorstudiengang

Geowissenschaften vermittelt. Der Arbeitsmarkt bietet Geowissenschaftler_innen Beschäftigung in folgenden Bereichen (siehe auch Abb. 1):

- Universitäten und Forschungsinstitute
- Behörden (z.B. Geologische Landesämter, Umweltämter)
- Denkmalpflege, Museen
- Rohstoffindustrie (z.B. Steine und Erden, Zement, Erze)
- Energiewirtschaft (z.B. Geothermie, Erdöl, Erdgas, Kohle)
- Tief- und Felsbau
- Ingenieurbüros (z.B. Baugrunderkundung, Altlastensanierung)
- Werkstoffindustrie (z.B. Keramik, Glas, Halbleiter)

Die Mehrzahl der Absolventen/innen des B.Sc. Studiengangs Geowissenschaften vertieft ihre Ausbildung in einem aufbauenden Masterstudiengang. An der Universität Freiburg wird ein

englischsprachiger Masterstudiengang mit Vertiefungen in den Bereichen *Geomaterials and Processes*, *Rock Mechanics and Geodynamics* sowie *Geohazards* angeboten.

Außerdem besteht die Möglichkeit, auf Grundlage der erworbenen Fähigkeiten, ein Masterstudium in verschiedenen anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen anzuschließen.

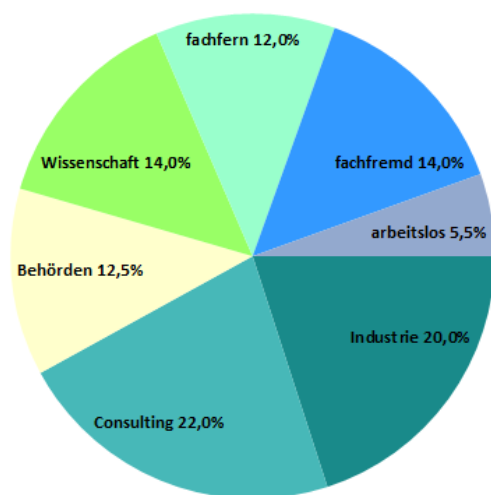


Abbildung 1: Beschäftigung von Geowissenschaftler/innen in Deutschland (Vorläufige Auswertung einer Umfrage des Berufsverbandes Deutscher Geowissenschaftler e.V., 2018).

Nach Auskunft der Deutschen Geokommission hat sich der Arbeitsmarkt in den Geowissenschaften im letzten Jahrzehnt deutlich verbessert. Geowissenschaftler/innen sind aufgrund der Breite der Ausbildung vielseitig aufgestellt, ihr Arbeitsmarkt ist global. Insbesondere im Ressourcensektor sind neue Berufschancen entstanden, wobei klimaverträgliche Wege zur Energieproduktion weiter an Bedeutung gewinnen werden. Hier eröffnen sich vielfältige Arbeitsmöglichkeiten für Geowissenschaftler/innen, von der Standortbeurteilung für Windkraftanlagen bis zur Erforschung möglicher CO₂-Speicher. Im Sektor Forschung befinden sich die Geowissenschaften ebenfalls in einer Phase der Neuausrichtung, in der nun quantitative Untersuchungsmethoden im Vordergrund stehen. Neue experimentell-analytische Methoden ermöglichen die Erforschung von Geomaterialien und ihre für ein nachhaltiges Lebensraummanagement bedeutenden Interaktionen mit anthropogenen Medien. Die konsequente Umsetzung einige dieser Ansätze auch in der Lehre stellen neben der frühzeitigen Schulung prozessorientierten Denkens sowie der

intensiven Geländeausbildung Alleinstellungsmerkmale der Freiburger Geowissenschaften dar.

Um die Geowissenschaften für Studierende noch attraktiver zu machen, sind die Geowissenschaften an der Universität Freiburg bestrebt, eine starke Vernetzung mit außeruniversitären Arbeitgebern zu erreichen. Aspekte der angewandten Forschung und Lehre werden z.B. durch eine enge Kooperation mit dem Freiburger Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik (EMI) erreicht. Enge Kontakte bestehen auch zu Behörden wie dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg sowie zu Industriepartnern (Züchtung von Kristallen für die Halbleiterindustrie).

Neben den klassischen Tätigkeitsfeldern von Geowissenschaftler/innen werden die Studierenden durch die Ausbildung gezielt an Zukunftstechnologien und interdisziplinäre Kompetenzen herangeführt. Hierzu zählt zunächst eine breite mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung, die eine Voraussetzung für moderne quantitative Geowissenschaften darstellt. Nutzung von Geoinformationssystemen (GIS), Fernerkundung, instrumentelle mineralogische, geochemische und strukturelle Mikroanalytik sowie mathematische Modellierung geologischer Prozesse sind konkrete und attraktive Studieninhalte, die dem geänderten Anforderungsprofil des/der modernen Geowissenschaftlers/in gerecht werden. Die hierfür notwendige technische Infrastruktur steht im Institut zur Verfügung.

1.3 Voraussetzungen für das Studium

Das Angebot des B.Sc. Studiengangs Geowissenschaften erfordert eine Hochschul-Zugangsberechtigung und richtet sich daher an Abiturienten/innen, die sich für Natur- und Geowissenschaften interessieren. Ein Onlinetest für Studieninteressierte steht unter <http://www.osa.uni-freiburg.de/geowissenschaften/> zur Verfügung. Für ausländische Bewerber/innen ist ein anerkannter, gleichwertiger Abschluss erforderlich. Der Studiengang B.Sc. Geowissenschaften ist nicht zulassungsbeschränkt.

Für das Studium sind solide Kenntnisse in Mathematik, Physik und Chemie notwendig. Da der Erwerb grundlegender Kenntnisse in den Geowissenschaften in den Lehrplänen der Sekundarstufe II leider nicht vorgesehen ist, werden diese auch nicht für das Studium vorausgesetzt. Sie werden durch die entsprechenden Angebote in den ersten drei Semestern erreicht. Studierende der Geowissenschaften sollten außer der Freude an der Natur und einer guten Beobachtungsgabe auch Interesse und Verständnis für andere naturwissenschaftliche Fachgebiete mitbringen.

1.4 Wie ist der Bachelor-Studiengang Geowissenschaften in Freiburg aufgebaut?

Die Lehrveranstaltungen im B.Sc. Studiengang Geowissenschaften werden in der Regel in deutscher Sprache abgehalten. Die von den Studierenden zu erbringenden Leistungen werden üblicherweise ebenfalls in deutscher Sprache erbracht. Jedes Modul des B.Sc.

Studiengangs Geowissenschaften bildet eine abgeschlossene Lehreinheit mit definierten Zielen, Inhalten und Prüfungen. Die Module haben mit Ausnahme des *Wahlpflichtmoduls Natur- und Umweltwissenschaften* einen Umfang, der mit jeweils 5 ECTS Punkten angerechnet wird. „ECTS“ steht für „*European Credit Transfer and Accumulation System*“ und ist ein einheitliches europäisches Bewertungssystem von Studienleistungen, das den erbrachten Arbeitsaufwand (30 Stunden pro Punkt) in Form von Punkten (*Credits*) anrechnet. Es ist ein Punktesystem, welches allen festen Bestandteilen des Studienganges (Pflicht- und Wahlfächer, Tutorien, Seminare und Praktika) eine bestimmte Anzahl von Credits zuordnet. Einem dreijährigen *Bachelor of Science* Studium entsprechen grundsätzlich 180 ECTS-Punkte.

Die Note eines Moduls ergibt sich aus der Modulabschlussprüfung. Die Modulabschlussprüfung (Prüfungsleistung) besteht meist aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung, in geländeorientierten Lehrveranstaltungen und Praktika oft aus einem benoteten Protokoll, Bericht oder einer Hausarbeit. Auch sind in einigen Modulen Portfolio-Prüfungen vorgesehen, die unterschiedliche Prüfungsformen miteinander kombinieren. Die verschiedenen Prüfungsteile einer Portfolio-Prüfung müssen nicht einzeln, sondern in der Summe bestanden werden. Die Gewichtung der einzelnen Prüfungsteile ist im vorliegenden Modulhandbuch spezifiziert oder wird zu Beginn eines Moduls bekannt gegeben. Innerhalb der Module können zudem unbenotete Studienleistungen gefordert werden, die Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss eines Moduls sind.

In den Modulen wird eine Kombination unterschiedlicher Lehr- und Lernformen eingesetzt, wie beispielsweise Kleingruppenarbeit, wissenschaftliche Diskussionen, praktische Laborversuche, Hausaufgaben, etc. Das Studium ist dabei gekennzeichnet durch eine ausgewogene Kombination aus theoretischen Grundlagen, Laborkursen, Praktika und Geländearbeit. In den einführenden Vorlesungen soll ein Überblick über das Stoffgebiet gewonnen und grundlegende Zusammenhänge erkannt werden. Die Inhalte der Vorlesungen werden in der Regel in Übungen vertieft. In den Praktika werden Methodenkenntnisse und berufsspezifische Fertigkeiten erworben. Hierzu stehen in den verschiedenen Institutsteilen diverse Laboratorien und Computer-Arbeitsplätze zur Verfügung. Hierzu zählen z. B. Präparationslabore, mikroskopische und geochemische Labore, ein Techniklabor mit Prüfpresse, ein tektonisches Analoglabor, sowie Labore für optische Lumineszenz, Röntgendiffraktometrie, Röntgenfluoreszenz, Elektronenmikroanalyse, Rasterelektronenmikroskopie, Atomabsorptionsspektroskopie, etc. Im Rahmen der Module *Berufsfeldorientierte Kompetenzen I und II* machen die Studierenden u.a. Erfahrungen in der wissenschaftlichen Präsentation unter Nutzung unterschiedlicher Medien und üben im Kreise der Mit-Studierenden und Dozierenden den wissenschaftlichen Diskurs. Eine für die Geowissenschaften zentrale Säule des praxisorientierten Lernens stellen zudem Geländepraktika, Kartierübungen und Exkursionen dar.

Das Bachelorstudium Geowissenschaften vermittelt in sechs Semestern die Grundzüge der geologischen Wissenschaften in Theorie und Praxis. Die Struktur des Studiengangs findet sich zusammengefasst im Studienverlaufsdiagramm (Abb. 2). Ein fundiertes Verständnis der

Geologie und der Geo-Materialien erfordert ein sicheres Basiswissen in den Grundlagenfächern Mathematik, Physik und Chemie, das während des ersten Studienabschnitts in Vorlesungen und Praktika vermittelt wird (*Pflichtbereich Naturwissenschaftliche Grundlagen*), und das im *Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften* im weiteren Verlauf vertieft wird. Insbesondere in den ersten drei Semestern wird der Großteil der Leistungen in diesen Fächern erbracht. Die Grundlagen der Geowissenschaften werden weitgehend in den ersten vier Semestern erarbeitet (*Pflichtbereich Geowissenschaften*). Im 5. und 6. Semester erlaubt die Wahl von fünf Wahlpflichtmodulen (*Wahlpflichtbereich*) und die Bachelorarbeit eine Spezialisierung und gegebenenfalls Fokussierung auf ein konsekutives Masterstudium. Bis zu drei der Wahlpflichtmodule können dabei aus dem Lehrangebot anderer Studiengänge der Fakultät gewählt werden und ermöglichen so eine individuelle interdisziplinäre Ausrichtung des Studiums. Durch die umfangreichen Wahlmöglichkeiten bietet sich das fünfte Semester auch als Mobilitätsfenster für einen Auslandsaufenthalt an. Die innerfakultäre Vernetzung der Lehre wird zudem über die Pflichtmodule *Geochemie* und *Bodenkunde* und ein gemeinsames *Kolloquium* gefördert, an denen verschiedene Studiengänge der Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen teilnehmen.

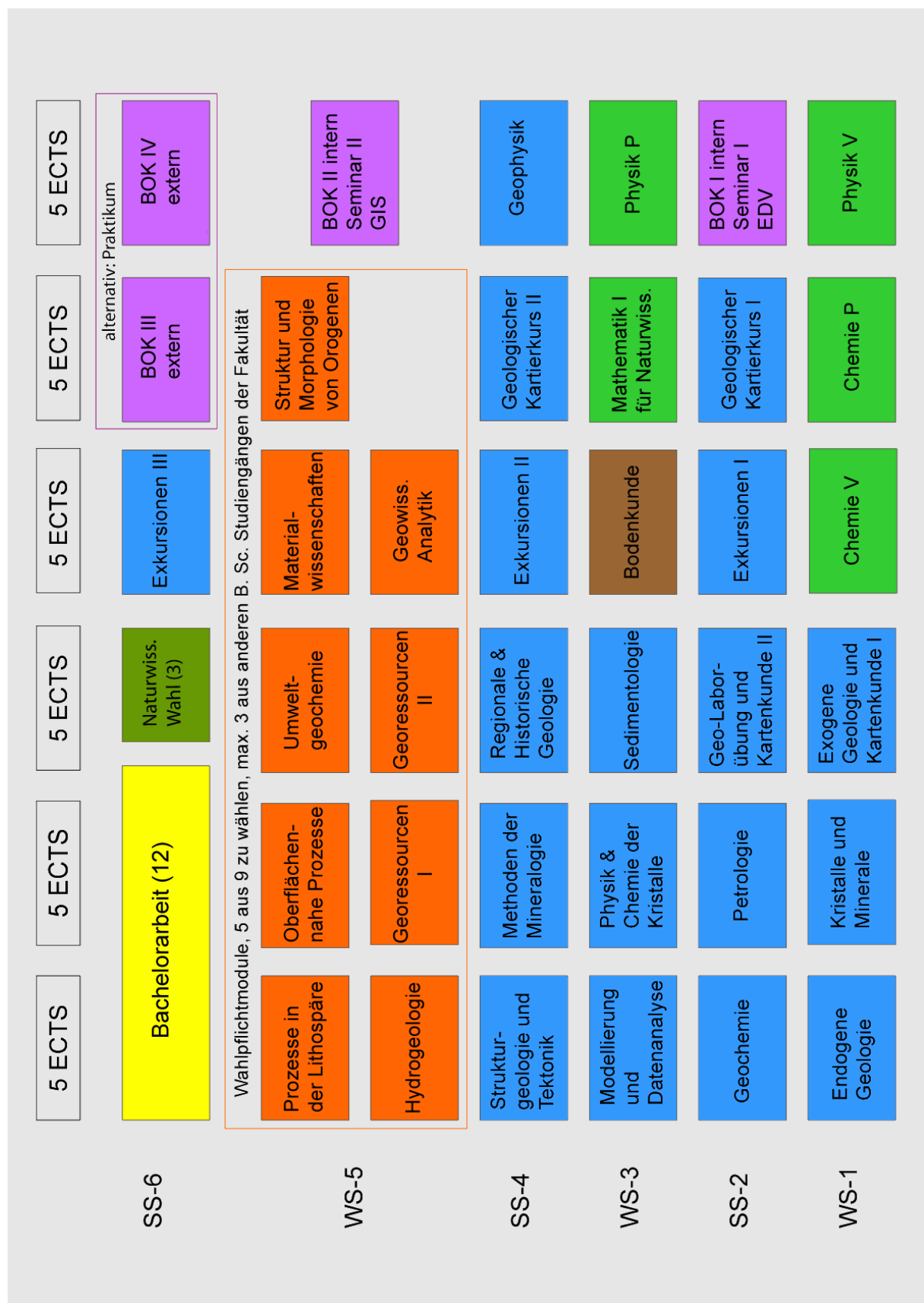


Abbildung 2: Studienverlaufsdigramm B.Sc. Geowissenschaften.

Die Bachelorarbeit umfasst die Bearbeitung eines wissenschaftlichen Themas unter Anleitung sowie die Darstellung der Ergebnisse und Interpretation im Rahmen des wissenschaftlichen Umfeldes. Mit der Bachelorarbeit sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, sich innerhalb der vorgegebenen Frist von drei Monaten in eine aktuelle geowissenschaftliche Problemstellung einzuarbeiten, die erlernten Methoden und Konzepte sicher anzuwenden und die Ergebnisse in verständlicher Form darzustellen. Die Bachelorarbeit wird mit 12 ECTS-Punkten honoriert.

Im Bereich der *Berufsfeldorientierten Kompetenzen (BOK-Module)* kann neben den institutsinternen Kursen aus einem Kanon von mehr als 200 universitätsweiten Veranstaltungen des Zentrums für Schlüsselqualifikationen (ZfS) ausgewählt werden (<https://www.zfs.uni-freiburg.de/de>). Das ZfS bietet den Studierenden der Universität Freiburg ein fakultätsübergreifendes, überfachliches und bedarfsorientiertes Lehrangebot mit hohem Praxisanteil in den Bereichen Management, Kommunikation, Medien, EDV und Fremdsprachen. Das Angebot reicht von Seminaren zur Präsentationstechnik und EDV-Methoden über Sprachkurse bis hin zu fachspezifischen Lehrveranstaltungen wie den „Geoinformationssystemen in den Geowissenschaften“. Der Kompetenzerwerb in diesen Seminaren ist für ein erfolgreiches Berufsleben von höchster Bedeutung. Hervorzuheben ist zudem die Möglichkeit, im Rahmen des BOK-Programms „Praktikum plus - Kompetenztraining und Berufsfeldorientierung“ ein 4-6 wöchentliches Praktikum im In- oder Ausland zu absolvieren, das direkte Einblicke in den Berufsalltag einer/s Geowissenschaftlers/in vermittelt und zudem mit bis zu 8 ECTS Punkten als Studienleistung anerkannt wird (<http://www.zfs.uni-freiburg.de/de/praxis-und-praktikumsmodule/praktikum-plus>).

Eine Aufstellung der Module und der Modulverantwortlichen inklusive der zu erwerbenden ECTS-Punkte, der Art der Veranstaltung und das empfohlene Semester sind in den Tabellen 1-4 aufgeführt.

1.5 Studieninhalte Bachelor of Science Geowissenschaften

Die folgenden Tabellen 1-4 beinhalten die Aufstellung der Module und der Modulkoordinatoren/innen inklusive der zu erwerbenden ECTS-Punkte, der Art der Veranstaltung und des empfohlenen Semesters.

1.5.1 Geowissenschaften / Pflichtmodule: Tabelle 1

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Endogene Geologie (Kenkmann)			
Endogene Geologie	5	V+Ü	1
Exogene Geologie und Kartenkunde I (Preusser)			
Exogene Geologie	2,5	V	1
Interpretation geologischer Karten I	2,5	Ü	1
Kristalle und Minerale (Dolejš)			

Kristalle	2,5	V+Ü	1
Minerale	2,5	V+Ü	1
Geochemie (Siebel)			
Geochemie	5	V+Ü	2
Petrologie (Dolejš)			
Petrologie	5	V+Ü	2
Geo-Labor-Übung und Kartenkunde II (Ulmer)			
Geo-Labor-Übung	2	Ü	2
Interpretation geologischer Karten II	2	Ü	2
Erdgeschichte	1	V	2
Exkursionen I (Ulmer)			
Exkursionen / Industrieexkursionen I	5	Ex	1-2
Geologischer Kartierkurs I (Ulmer)			
Geologischer Kartierkurs I	5	Ü	2
Modellierung und Datenanalyse (Hergarten)			
Mathematische Grundlagen der Geowissenschaften	2	V	3
Einführung in die Programmierung und Datenanalyse	3	Ü	3
Physik und Chemie der Kristalle (Dolejš)			
Physik und Chemie der Kristalle	5	V+Ü	3
Sedimentologie (Preusser)			
Sedimentologie	2	V	3
Paläontologie	3	V+Ü	3
Geophysik (Hergarten)			
Geophysik	5	V+Ü	4
Methoden der Mineralogie (Müller-Sigmund)			
Polarisationsmikroskopie	5	V+Ü	4
Regionale und Historische Geologie (Kenkmann)			
Regionale und Historische Geologie	3	V+Ü	4
Fossilien in der Erdgeschichte	2	V+Ü	4
Strukturgeologie und Tektonik (Poelchau)			
Strukturgeologie und Tektonik	5	V+Ü	4
Exkursionen II (Ulmer)			
Exkursionen / Industrieexkursionen II	5	Ex	3-4
Geologischer Kartierkurs II (Ulmer)			
Geologischer Kartierkurs II	5	Ü	4
Exkursionen III (Ulmer)			
Exkursionen / Industrieexkursionen III	5	Ex	5-6
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.5.2 Geowissenschaften / Wahlpflichtmodule: Tabelle 2

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Prozesse in der Lithosphäre (Dolejs)			
Magmatische und metamorphe Prozesse	5	V+Ü	5
Oberflächennahe Prozesse (Preusser)			
Einführung in die Quartärforschung	2,5	V+Ü	5
Geologische Risiken	2,5	V+Ü	5
Umweltgeochemie (Siebel)			
Umweltgeologie und -geochemie	5	V+Ü	5
Materialwissenschaften (Danilewsky)			
Kristallographisches Praktikum	3	V+Ü	5
Kristallzüchtung	2	V+Ü	5
Hydrogeologie (Dolejs, kommissarisch)			
Hydrogeologie	2,5	V+Ü	5
Geochemie natürlicher Wässer	2,5	B	5
Georessourcen I (Junge) (Modul ist unabhängig von Georessourcen II wählbar)			
Mineralische Ressourcen	5	V+Ü	5
Georessourcen II (Hergarten) (Modul ist unabhängig von Georessourcen I wählbar)			
Industrie- und Baurohstoffe	1,85	V+E	5
Technische Mineralogie	1,85	V+E	5
Geo-Energieträger	1,3	V	5
Geowissenschaftliche Analytik (Müller-Sigmund)			
Gesamtgesteins- und Mikroanalytik	2	V+Ü	5
Röntgenographische Untersuchungsmethoden	2	V+Ü	5
Realstruktur der Kristalle	1	V	5
Struktur und Morphologie von Orogenen (Poelchau)			
Orogene Prozesse	3	V+Ü	5
Tektonische Geomorphologie	2	V+Ü	5
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.5.3 Naturwissenschaftliche Grundlagen / Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule: Tabelle 3

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Allgemeine und Anorganische Chemie (Dozent/in der Chemie)			
Allgemeine und Anorganische Chemie	5	V	1
Einführung in die Physik mit Experimenten (Waldmann)			
Einführung in die Physik mit Experimenten	5	V+Ü	1
Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie (Friedrich)			
Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie	5	P	nach 1 oder 2
Bodenkunde (Lang)			
Bodenkunde	5	V+Ü	3
Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften (Knies)			
Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften	5	V+Ü	3
Physikalisches Praktikum (Waldmann)			
Physikalisches Praktikum	5	P	3
Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften (Kenkmann)			
Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften	3	variabel	3 - 6
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.5.4 Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK-Module): Tabelle 4

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Berufsfeldorientierte Kompetenzen I (Ulmer)			
Geowissenschaftliches Seminar I	2	S	2
EDV-Methoden in den Geowissenschaften	3	Ü	2
Berufsfeldorientierte Kompetenzen II (Ulmer)			
Geowissenschaftliches Seminar II	2	S	5
GIS-Anwendungen in den Geowissenschaften	3	Ü	5
Externe Berufsfeldorientierte Kompetenzen (ZfS/verschiedene Dozierende)			
BOK-Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Zentrums für Schlüsselqualifikationen (ZfS)	10	variabel	3 - 6
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.6 Beratung und Anlaufstellen

Für inhaltliche Fragen zum Studium steht die Studienberatung mit Rat und Tat zur Seite. Die Sprechstunden werden kurzfristig vereinbart:

- **Geologie:**

Frau Dr. Heike Ulmer, Albertstraße 23-B, 1. Obergeschoss, Raum 02 014
Tel. 0761/203-6480; E-Mail: ulmer@uni-freiburg.de

- **Mineralogie und Geochemie:**

Herr Prof. Dr. David Dolejš, Albertstraße 23-B, Erdgeschoss, Raum 01 016
Tel. 0761/203-6396; E-Mail: david.dolejs@minpet.uni-freiburg.de

- **Kristallographie:**

Herr PD Dr. Andreas Danilewsky, Hermann-Herder-Straße 5, Raum 02 015
Tel. 0761/203-6450; E-Mail: a.danilewsky@krist.uni-freiburg.de

Für organisatorische Fragen zum Studienablauf steht die Studiengangskoordination im Studienbüro zu den aushängenden Sprechstunden und bei Bedarf auch nach Vereinbarung zur Verfügung:

- **Studiengangskoordination Geowissenschaften:**

Frau Wibke Kowalski, Albertstraße 23-B, Raum 01 020
Tel. 0761/203-6398; E-Mail: wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg.de

Im Studienbüro wird zudem Auskunft über die Leistungsverbuchung in den Exkursionsmodulen erteilt:

- **Exkursionsmodulbeauftragte Geowissenschaften:**

Frau Kathleen Robinson, Albertstraße 23-B, Raum 01 020
Tel. 0761/203-6398; E-Mail: kathleen.robinson@geologie.uni-freiburg.de

Prüfungsbescheide, Notenübersichten und Zeugnisse werden durch das Prüfungsamt erstellt:

- **Prüfungsamt Geowissenschaften:**

Frau Ursula Striegel, Tel.: 0761/203-3605, Email: ursula.striegel@unr.uni-freiburg.de;
<http://www.unr.uni-freiburg.de/fakultaet/pruefungsamt>; Prüfungsamt der Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Tennenbacherstr. 4, 79085 Freiburg

Fragen zur Äquivalenzanerkennung von Leistungen aus dem Ausland, anderen Studiengängen oder anderen Universitäten, beantwortet der Äquivalenzanerkennungsbeauftragte. Fragen zu Möglichkeiten eines Auslandssemesters (Erasmus, u.a.) der Erasmusbeauftragte der Geowissenschaften:

- **Äquivalenzanerkennungsbeauftragter der Geowissenschaften:**

Herr Prof. Dr. Stefan Hergarten, Albertstraße 23-B, Raum 01 011

Tel. 0761/203-6471; E-Mail: stefan.hergarten@geologie.uni-freiburg.de

- **Erasmusbeauftragter der Geowissenschaften:**

Herr Prof. Dr. David Dolejš, Albertstraße 23-B, Raum 01 016

Tel. 0761/203-6395; E-Mail: david.dolejs@minpet.uni-freiburg.de

2. Pflichtmodule (P)

2.1 Endogene Geologie					
Modulkoordinator			Dozierende		
Prof. Dr. T. Kenkmann			Prof. Dr. T. Kenkmann; Dr. G. Wulf		
Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
P	150 h	5 ECTS	1. Sem.	WiSe	1 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Endogene Geologie			4 SWS / 60 h	90 h	90 (VL) 20 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul hat zum Ziel, eine grundlegende Einführung in die Geowissenschaften zu geben, wobei die Erde als planetarer Körper zunächst im Kontext von Sonnensystem und Kosmos vorgestellt wird. Die Studienanfängerinnen und -anfänger erfassen die Aufgaben und Herausforderungen, denen sich die Geowissenschaften in unserer heutigen Gesellschaft stellen müssen.

Durch die Lehrveranstaltung können die Studierenden die Entstehung des Sonnensystems anhand des Aufbaus der Meteorite grob rekonstruieren. Sie verstehen das Prinzip der radiometrischen Altersdatierung und können einfache Berechnungen hierzu durchführen. Sie kennen die Grundzüge des Erdaufbaus und wissen, wie dieser entstanden ist. Sie wissen, mit welchen geophysikalischen Methoden das Innere der Erde untersucht wird und kennen die Prinzipien der geophysikalischen Erkundungsmethoden. Sie sind in der Lage, Plattengrenzen auf der Erdoberfläche zu identifizieren und können selbständig die Bewegungsmuster der Lithosphärenplatten einordnen. Sie erlernen die Grundzüge der Gesteinsklassifikation. Grundlegende magmatischen Prozesse und die damit assoziierten vulkanischen und plutonischen Gesteine können benannt werden und mit der Theorie der Plattentektonik erklärt werden. Das Auftreten und die Ursachen von Erdbeben können ebenfalls im Kontext der Plattentektonik interpretiert werden.

Wichtiges Ziel des Moduls ist zudem, die Bedeutung wissenschaftlicher Redlichkeit in Studium und Lehre herauszustellen, so dass die Studierenden sich gleich zu Beginn ihr Studium nach diesen Grundsätzen ausrichten.

Lehrinhalte des Moduls

Dies ist die erste geowissenschaftliche Veranstaltung der Studierenden, die zunächst einen

Überblick über die Aufgaben, Berufsfelder und die Herausforderungen der Geowissenschaften in unserer Gesellschaft gibt und die modernen Untersuchungsmethoden in Forschung und Praxis vorstellt. Im Rahmen der Vorlesung wird auch das Thema der wissenschaftlichen Redlichkeit in Lehre und Forschung thematisiert.

Schwerpunkte der endogenen Geologie sind der Aufbau der Erde sowie alle im Erdinneren stattfindenden Prozesse. Die Vorlesung und die zugeordneten Übungen spannen einen Bogen von der Entstehung des Sonnensystems und des Erde-Mond Systems bis hin zu rezenten plattentektonischen Prozessen. Die Entwicklung des Sonnensystems vom solaren Nebel bis hin zu den ausdifferenzierten Planeten mit Schalenbau wird anhand der Meteorite erläutert. Wesentliche Informationen zum Aufbau der Erde werden aus geophysikalischen Daten abgeleitet, so dass auch Erdbebenwellen (Fachgebiet der Seismologie) und das Erdmagnetfeld behandelt werden. Von großer Bedeutung sind die Bildungsformen magmatischer Gesteine und das Auftreten von Vulkaniten und Plutoniten. Ebenso in den endogenen Bereich gehört die Entstehung von metamorphen Gesteinen, die durch Druck- und Temperaturerhöhung aus Sedimentgesteinen und Magmatiten entstehen. Eine wichtige Rolle spielen auch Deformationsprozesse (Tektonik), die z.B. mit Plattenkollision und Gebirgsbildungsprozessen verknüpft sind. Erdbeben und Tsunamis sind Ausdruck der andauernden Bewegungen in der Erde. Die Theorie der Plattentektonik verknüpft die einzelnen Themenfelder und stellt einen genetischen Zusammenhang von Deformation, Magmatismus und Metamorphose her.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Möglichkeit zur Diskussion, Verwendung von Filmmaterial und Gesteinsproben zu Anschauungszwecken

Praktische Übungen (Berechnungen) in Gruppen zu 20 Personen

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften

Grundlagenliteratur

Bahlburg, H. & Breitzkreuz, C. (2008): Grundlagen der Geologie. Spektrum, Berlin, 411.

McBride, N. & Gilmour, I. (Eds.) (2003): An introduction to the solar system. The Open University, Cambridge, 411.

Grotzinger, J.P., Press, F. & Siever, R. (2008): Allgemeine Geologie. Spektrum, Berlin, 735.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.2 Exogene Geologie und Kartenkunde I

Modulkoordinator Prof. Dr. F. Preusser			Dozierende a) Prof. Dr. F. Preusser; Dr. J. Miocic b) Dr. H. Ulmer		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Exogene Geologie b) Interpretation geologischer Karten I			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 2 SWS / 30 h	Selbststudium a) 45 h b) 45 h	Gruppengröße a) 90 (VL) b) 45 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

- a) Diese Vorlesung stellt einen grundlegenden und einführenden Baustein dar, um das System Erde in seiner Komplexität und seinen verzahnten Wechselwirkungen zu verstehen. Es spielt eine wichtige Rolle im Curriculum nicht zuletzt vor dem Hintergrund, dass die Untersuchung oberflächennaher Prozesse zu den zentralen Forschungsfeldern des Fachbereichs zählt. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele spezifiziert:

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die an der Erdoberfläche wirksamen Kräfte und ihre Wirkungen zu beschreiben. Sie können Verwitterungsprozesse diagnostizieren und ihre Wirksamkeit als Funktion klimatischer Faktoren eingrenzen. Sie können geologische Transportprozesse benennen und sie verschiedenen Sediment-gesteinen zuordnen. Die Bedeutung exogener Prozesse für angewandte Fragenstellungen sind den Studierenden bekannt. Die in dem Modul erworben Kompetenzen sind für die nachfolgenden geowissenschaftlichen Module, insbesondere das Modul Sedimentgeologie unerlässlich.

- a) In der Lehrveranstaltung Interpretation Geologischer Karten I wird das Lesen und Interpretieren von Karten und die Konstruktion von einfachen Profilschnitten erlernt. Für die Module "Geologischer Kartierkurs I" und "Geo-Labor-Übung und Kartenkunde II" vermittelt das Modul grundlegende Kenntnisse, sodass die Studierenden verschiedene thematische Karten unterscheiden und ansprechen können. Sie verstehen deren Terminologie und können einfache Schichtlagerung erkennen und im Profil darstellen.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Im Rahmen der Vorlesung wird das System Erde mit seinen wichtigsten Komponenten und Prozessen (Relief, Klima, Ozeane, Verwitterung, Wasser, Erosion) zunächst vorgestellt. Darauf wird erläutert, wie diese Prozesse zur Bildung von Gesteinen führen und wie diese im Laufe der Zeit die Erdoberfläche formen. Damit verbundene angewandte Aspekte (Naturgefahren, Ressourcen, Globaler Wandel, menschlicher Einfluss) werden diskutiert.
- b) In dieser Übung lernen die Studierenden den Umgang mit topographischen und geologischen Karten. Dazu gehören neben Kenntnis der verschiedenen Koordinatensysteme, Positionsbestimmung in Form von Rechts- und Hochwerten und Maßstabsberechnungen auch die Konventionen bei der Farbwahl für die Darstellung spezifischer Einheiten. Zur Analyse geologischer Karten gehören auch Schichtlagerungsdaten (Streichen, Einfallen, Fallrichtung) sowie die Übertragung dieser auf Karten. Die Konstruktion einfacher morphologischer und geologischer Profile und die Konstruktion von Schichtlagerungskarten wird an Beispielen geübt.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit Möglichkeit zur Diskussion
- b) Praktische Übungen in Gruppen an Kartenmaterial, Brainstorming, Gruppenpuzzle

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) ---; b) Teilnahme und Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur über a)) am Ende der Lehrveranstaltungen

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Geographie; B.Sc. Biologie; B.Sc. Umweltnaturwissenschaften

Grundlagenliteratur

- a) Bahlburg, H. & Breitkreuz, C. (2008): Grundlagen der Geologie. Spektrum, Berlin, 411.
- b) Powell, D. (1992): Interpretation of Geological Structures Through Maps. Longman, Essex, 176.

Vossmerbäumer, H. (1983): Geologische Karten, Enke, Stuttgart, 244.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.3 Kristalle und Minerale

Modulkoordinator Prof. Dr. D. Dolejš			Dozierende a) PD Dr. A. Danilewsky; Dr. T. Sorgenfrei b) Prof. Dr. D. Dolejš; Dr. Ch. Redler; Dr. M. Junge		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Kristalle b) Minerale			Kontaktzeit 2 SWS / 30 h 2 SWS / 30 h	Selbststudium 45 h 45 h	Gruppengröße 90 (VL) 8 bzw. 25 (Ü) 45 (T)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung, T – Tutorat

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul gliedert sich in die beiden Bereiche „Kristalle“ und „Minerale“, welche inhaltlich aufeinander aufbauen. Die Kenntnisse aus dem einführenden Teil "Kristalle" bilden hierbei die Grundlage für ein umfassendes Verständnis der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Minerale, Prinzipien der Mineralsystematik und der Prozesse bei Entstehung, physikochemischem Verhalten und Umwandlung der bedeutendsten Minerale.

Im Gesamtprofil des Studiengangs bilden die Kenntnisse der Kristalle und Minerale das Fundament für weiterführende Lehrveranstaltungen der späteren Semester, insbesondere zur Petrologie (Gesteinskunde), Polarisationsmikroskopie, Georessourcen, sowie zu den Exkursionen und Kartierkursen.

Qualifikations- und Kompetenzziele sind die Fähigkeiten, anhand vorgegebener Gitterparameter Kristallsystem, Millersche Indices und Elementarzelle zu bestimmen, Kristallmorphologien zu beschreiben, die Kristallklasse zu erkennen, Projektionen im Schmidtschen und Wulffschen Netz durchzuführen, sowie Bindungstypen und Koordinationspolyeder zu beschreiben. Die Studierenden können die wichtigen Mineralgruppen (Elemente, Sulfide, Halide, Karbonate, Borate, Phosphate, Sulfate, Oxide, Silikate) anhand makroskopischer Merkmale und unterschiedlicher Eigenschaften im Handstück beschreiben und kennen die Kristallstruktur, Chemismus und physikalische Eigenschaften der wichtigsten Vertreter dieser Gruppen sowie ihre möglichen Bildungsbereiche und Bildungsbedingungen.

Lehrinhalte des Moduls

Das Modul vermittelt ein Grundwissen zur angegebenen Thematik und ist untergliedert in: (a) Kristalle und (b) Minerale, mit jeweils zugeordneten Übungen.

-
- a) Kristalle, ihre natürlichen Entsprechungen, die Minerale, und die aus ihnen aufgebauten Gesteine sind das zentrale Material der Geowissenschaften. Die Vorlesung beinhaltet die Grundlagen der Kristallographie (Kristallsysteme, Morphologie, Projektionen, Symmetrie, Kristallchemie) und der Mineralogie (Systematik, atomare Strukturen, chemische Zusammensetzung, physikalische Eigenschaften, Bildungsbereiche, technische Verwendung). Die Studierenden erhalten einen breiten Überblick über Strukturen und Eigenschaften unterschiedlicher natürlicher, kristalliner Festkörper und einen Einblick in systematische Konzepte zur Erklärung dieser Vielfalt.
 - b) Die Studierenden erlernen Techniken und Strategien, um die wichtigen Mineralgruppen (Elemente, Sulfide, Halide, Karbonate, Borate, Phosphate, Sulfate, Oxide, Silikate) anhand makroskopischer Merkmale im Handstück beschreiben und bestimmen zu können. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Systematik der Silikatstrukturen (Insel-, Gruppen-, Ring-, Ketten-, Schicht- und Gerüstsilikate), die hauptsächlich am Aufbau unseres Planeten beteiligt sind, sowie auf solchen Mineralgruppen, die von praktischer Relevanz im Alltag sind.
-

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung Kristalle und Minerale, z.T. mit audio-visuellen Bestandteilen und online-Unterstützung, sowie Möglichkeit zur Diskussion.

- a) Praktische Übungen "Kristalle" in Kleingruppen (angeleitete Gruppe mit max. 8 Studierenden) an Kristallmodellen unter aktiver Mitwirkung aller Studierenden. Ergänzendes Tutorat mit Gruppendiskussion (max. 45 Studierende) zu den Inhalten der Übung und der Vorlesung.
 - b) Praktische Übungen "Minerale" in Kleingruppen (angeleitete Gruppe mit max. 20 Studierenden) an repräsentativen Mineralproben unter aktiver Mitwirkung der Studierenden, z.T. mithilfe der Methodik des Gruppenpuzzles und des „peer-assisted learning“. Diskussion der Lösungen von Hausaufgaben mit theoretischen Fragestellungen.
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.A. Liberal Arts and Sciences – Major Earth and Environmental Sciences

Grundlagenliteratur

a) Borchardt-Ott, W. (2008): Kristallographie. Eine Einführung für Naturwissenschaftler. Springer, Berlin, 349.

Kleber, W., Bartsch, H.J., Böhm, J. & Klimm, D. (2010): Einführung in die Kristallographie. Oldenbourg, München, 470.

b) Nesse, W.D. (2012): Introduction to Mineralogy. Oxford University Press, Oxford, 466.

Okrusch, M. & Matthes, S. (2014): Mineralogie: Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. Springer, Berlin, 728.

Wenk, H.-R. & Bulakh, A. (2016): Minerals: Their Constitution and Origin. Cambridge University Press, Cambridge, 666.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.4 Geochemie					
Moodulkoodinator			Dozierende		
Prof. Dr. W. Siebel			Prof. Dr. W. Siebel		
Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
P	150 h	5 ECTS	2. Sem.	SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Geochemie			4 SWS / 60 h	90 h	90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul die Grundlagen, die benötigt werden, um den Aufbau der Erde und ihre stoffliche Zusammensetzung und Entwicklungsgeschichte rezipieren zu können.

Der Teilnehmer/die Teilnehmerin erwirbt Grundkenntnisse zur Elemententstehung (Nukleosynthese) und Elementverteilung und erlernt, welche Rolle diese Elemente bei geochemischen Stoffkreisläufen und bei der chemischen Differenzierung (Aufschmelzung und Kristallisation) der Erde spielen. Die Studierenden sind in der Lage Regeln und Zusammenhänge in den Elementverteilungen zu erkennen. Sie verstehen den Planet Erde als komplexes System mit vielen Kompartimenten. Neben einem System- und Prozessverständnis erwerben sie Studierenden auch Methodenkompetenz im Zusammenhang mit geochemischer Analytik und Datenauswertung. Am Ende der Veranstaltung beherrschen die Studierenden einfache Grundlagen der Geochemie in ihrer Breite was sie dazu befähigt natürliche Elementverteilungen und Anomalien in geologischen Systemen zu beurteilen und deren Ursachen besser verstehen und bewerten zu können.

Lehrinhalte des Moduls

Geochemische Untersuchungen sind zu einem wichtigen Werkzeug der Geowissenschaften geworden. Die Elektronenkonfiguration der Elemente bestimmt, wie sie sich in der Natur verhalten und damit auch, wie sie in verschiedene Minerale eingebaut werden. In diesem Modul werden die chemischen Elemente von einem geologischen Gesichtspunkt her behandelt. Themen umfassen u.a.: Grundsätze der anorganischen Chemie; Chemische Bindung; Nukleosynthese; Phasengleichgewichte; Elementverteilungen Sonne : Erde : Mond – Erde : Kruste : Mantel; Verhalten der Elemente und Elementgruppen bei geologischen Prozessen, Spurenelementfraktionierungen bei magmatischen Prozessen, Konstruktion von verschiedenen geochemischen Diagrammen. Thematisiert wird auch der Einsatz von Spurenelement- und Isotopendaten (radiogene und stabile Isotope) in den

Geowissenschaften. Die Vertiefung der in der Vorlesung behandelten Themen findet in einer Übung mit wöchentlich zu lösenden Übungsblättern statt. Außerdem werden geochemische Modellierungs- und Rechenverfahren eingesetzt und zur Interpretation geologischer Prozesse herangezogen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Demonstrationsmaterial und audio-visueller Unterstützung

Wissenschaftliche Übung mit theoretischen Übungsaufgaben und Diskussion aller Beteiligten

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Allgemeine und Anorganische Chemie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrexport in Studiengang B.Sc. Umweltnaturwissenschaften

Grundlagenliteratur

Faure, G. (1998): Principles and Applications of Geochemistry. Prentice Hall, Upper Saddle River, 600.

Gill, R.O. (2015): Chemical Fundamentals in Geology and Environmental Science. Wiley-Blackwell, Chichester, 288.

Rollinson, H.R. (1993): Using Geochemical Data - Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Scientific & Technical, Harlow, 352.

White, W.M. (2013): Geochemistry. Wiley-Blackwell, Oxford, 660.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.5 Petrologie					
Modulkoordinator Prof. Dr. D. Dolejš			Dozierende Prof. Dr. D. Dolejš, Dr. M. Junge, N.N.		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 2. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Petrologie			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 90 (VL) 25 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul baut auf den Modulen *Kristalle und Minerale*, *Endogene Geologie* sowie der Veranstaltung *Exogene Geologie* auf. Der Kurs konzentriert sich auf Gesteinskunde und liefert eine Übersicht der Hauptgruppen und Typen magmatischer, sedimentärer und metamorpher Gesteine. Die Methoden der Gesteinsbestimmung, Klassifikation, Entstehungsprozesse und praktische Bedeutung werden mittels zahlreicher Beispiele erklärt.

Eine detaillierte Kenntnis der verschiedenen Gesteinstypen und ihrer Entstehung ist das Fundament eines geowissenschaftlichen Studiengangs und grundlegend für die spätere Berufspraxis. Fast alle Lehrveranstaltungen der späteren Semester setzen ein fundiertes Basiswissen über Gesteine voraus. Für Geländeexkursionen und Kartierkurse sind Bestimmungs- und Beschreibungsmethoden von Gesteinen Voraussetzung. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden können die wichtigen Gesteinstypen (Plutonite und Vulkanite, klastische und chemische Sedimente sowie ihre metamorphe Äquivalente) anhand ihres Mineralbestands und Gefüges makroskopisch beschreiben und bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Klassifikationsmethoden und können Gesteine verschiedenen Bildungsprozessen zuordnen.

Lehrinhalte des Moduls

1. Gesteinskreislauf, Arbeitsmethoden, Mineralbestand, Bestimmungsmerkmale
2. Magmatische Gesteine: Differentiation und Kristallisation, Strukturen und Texturen
3. Magmatite im Erdmantel: Ultramafische und mafische Magmatite
4. Magmatite in der Erdkruste: Intermediäre bis saure Plutonite
5. Magmatite auf der Erdoberfläche: Vulkanite und vulkanoklastische Ablagerungen
6. Sedimentäre Gesteine: Einführung, Verwitterungsprozesse und ihre Produkte
7. Klastische Sedimentgesteine

8. Karbonatgesteine
9. Chemogene und biogene Sedimentgesteine: Kieselgesteine, Eisenerze, Kohlen usw.
10. Metamorphe Gesteine: Metamorphose, metamorphe Reaktionen und Strukturen
11. Metabasite und Metaultrabasite: Fazien, Grünschiefer bis Eklogite, Serpentinite
12. Metasedimente: Mineralzonen, Phyllite bis Migmatite, Kontaktmetamorphite
13. Quarz- und Feldspatreiche Metamorphite, Marmore und Kalksilikatfelse, Störungsgesteine

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung Petrologie mit Möglichkeit zur Diskussion

Praktische Übungen zu Petrologie in Kleingruppen (angeleitete Gruppe mit max. 25 Studierenden) an repräsentativen Gesteinsproben unter aktiver Mitwirkung der Studierenden. Diskussion der Lösungen von Hausaufgaben zu Bestimmung, Klassifikation, Projektionen usw.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Kristalle und Minerale, Endogene Geologie, Exogene Geologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.A. Liberal Arts and Sciences – Major Earth and Environmental Sciences

Grundlagenliteratur

Blatt, H., Tracy, R.J. & Owens, B.E. (2006): Petrology: Igneous, Sedimentary and Metamorphic. Freeman, New York, 530.

Klein, C. & Philpotts, A.R. (2013): Earth Materials: introduction to Mineralogy and Petrology. Cambridge University Press, Cambridge, 533.

Okrusch, M. & Matthes, S. (2014): Mineralogie: Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. Springer, Berlin, 728.

Hann, H.P. (2016): Grundlagen und Praxis der Gesteinsbestimmung. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 352.

Vinx, R. (2014): Gesteinsbestimmung im Gelände. Springer Spektrum, Berlin, 480.

Maresch, W., Schertl, H.-P. & Medenbach, O. (2016): Gesteine: Systematik, Bestimmung, Entstehung. Schweizerbart, Stuttgart, 368.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.6 Geo-Labor-Übung und Kartenkunde II

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer			Dozierende a) Dr. H. Ulmer b) Dr. H. Müller-Sigmund; Laborpersonal c) Dr. G. Wulf Dr. H. Müller-Sigmund; Laborpersonal		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Interpretation geologischer Karten II b) Geo-Labor-Übung c) Erdgeschichte			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 2 SWS / 30 h c) 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 30 h b) 30 h c) 15 h	Gruppengröße a) 45 b) 8 c) 90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In diesem Modul erlernen die Studierenden die Interpretation komplexerer geologischer Karten, bekommen erste Einblicke in die Probenahme im Gelände und die Bearbeitung von Geomaterialien im Labor sowie in die erdgeschichtliche Entwicklung.

Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- a) Aufbauend auf den Kenntnissen des Kartenkurs I können die Studierenden komplexe Strukturen auf geologischen Karten erkennen, geologisch-prozessorientiert interpretieren und im Profil darstellen. Aus punktuellen Informationen (Bohrdaten, Aufschlüsse) können Karten abgeleitet werden. Dieser Kurs ist eine wichtige Voraussetzung für das Erlernen der Kartierarbeit im Gelände (Geologische Kartierkurse I und II).
- b) Die Proben-Entnahme unter verschiedenen methodischen Gesichtspunkten, Aufbereitung, Analyse und Datenauswertung von Geomaterialien gehört zu den Grundkompetenzen eines Geowissenschaftlers. Die Studierenden führen verschiedene Probenahmetechniken im Gelände durch und analysieren diese Materialien in den geowissenschaftlichen Laboren. Sie verstehen grundlegende physikalische Messtechniken, protokollieren Bearbeitungsschritte und Messergebnisse, führen die quantitative Datenanalyse und Auswertung selbständig durch und bewerten die Qualität der Resultate. Dieser Kurs erweitert damit das Materialverständnis und vermittelt erste Einblicke in praktische Labortätigkeiten im geowissenschaftlichen Bereich. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für aufbauende Module, Anfertigung einer Bachelor-Arbeit und berufsqualifizierende Kenntnisse.

- c) Diese Vorlesung vermittelt grundlegende Kenntnisse über die Geschichte der Erde, welche für das Verständnis des Systems Erde und somit für alle anderen Module des Studiengangs von Bedeutung sind. Sie werden im weiteren Verlauf des Studiums weiter vertieft. Wesentliches Qualifikations- und Kompetenzziele der Vorlesung ist die Fähigkeit zur Beschreibung der wichtigsten Ereignisse der Erdgeschichte unter Rückgriff auf Theorien der Historischen Geologie.
-

Lehrinhalte des Moduls

- a) Der Kurs baut auf die Übung „Interpretation geologischer Karten I“ auf. Die Übungen dienen zur Vertiefung der bisher erworbenen Kompetenzen und vermitteln weiterführende Kenntnisse zur Interpretation komplexer Strukturen (z. B. Falten). Angewandte Probleme wie Mächtigkeitsermittlung, Umrechnung zwischen scheinbarem und wahrem Einfallen und Ermitteln günstiger Bohrlokationen werden erläutert. Ziel ist, das für das Verständnis geologischer Strukturen notwendige räumliche Vorstellungsvermögen zu trainieren und geologische Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten.
- b) In diesem Kurs werden grundlegende Methoden und Techniken geologischer Probenahme vermittelt sowie der Umgang mit Laborinstrumenten und Techniken bei der Präparation und Aufbereitung von Gesteins- und Wasserproben sowie der Ermittlung physikalischer Gesteinseigenschaften. An den im Rahmen einer Tages-Exkursion genommenen Proben werden im Labor die Herstellung mikroskopischer Präparate, die Aufbereitung von Festgesteinen, die Mineralseparation nach Dichte und Magnetisierbarkeit, Korngrößenanalyse, Bausteincharakterisierung, Karbonatbestimmung sowie Grundlagen der Wasseranalytik geübt. Zur Vorbereitung jeder Übung dient ein ausführliches Skript, alle Arbeitsschritte und Ergebnisse werden in einem Laborbuch protokolliert.
- c) In diesem Kurs wird ein Überblick über die Geschichte der Erde gegeben. Themen sind die Entwicklung der frühen Erde sowie die Entstehung der Erdkruste und Ozeane. Die Entwicklung der Atmosphäre und die resultierenden Wechselwirkungen, sowie die Entstehung der ersten Lebewesen, deren Weiterentwicklung und die wichtigsten Aussterbeereignisse werden beschrieben. Die Ursachen klimatischer Veränderungen durch tektonische Ereignisse der Erde, Meteoriten-Einschläge oder Meeresspiegelschwankungen werden diskutiert.
-

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Praktische Übungen in Gruppen an Kartenmaterial, Brainstorming, Gruppenpuzzle
- b) Praktische Übungen in Kleingruppen im Gelände und im Labor
- c) Vorlesung mit Diskussion
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme, Profilkonstruktion; b) Teilnahme an der Exkursion mit Probenahme sowie an allen Laborübungen mit Eingangsquiz und Laborprotokoll; c) Teilnahme, mündlicher Test

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) über a) und b) am Ende der Lehrveranstaltungen

Teilnahmevoraussetzungen

Interpretation geologischer Karten I; Kristalle und Minerale; Allgemeine und anorganische Chemie; Praktikum allgemeine und anorganische Chemie; Endogene Geologie; Exogene Geologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

a) Gwinner, M.P. (1965): Geometrische Grundlagen der Geologie. Nägele und Obermiller, Stuttgart, 154.

Powell, D. (1992): Interpretation of Geological Structures Through Maps. Longman, Essex 176.

b) Laborhandbuch/-skript mit theoretischem Hintergrund und Versuchsanleitung.

c) Faupl, P. (2003): Historische Geologie: Eine Einführung. UTB, Wien, 271.

Stanley, S.M. (2001): Historische Geologie. Spektrum, Berlin, 710.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.7 Exkursionen I

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer Beauftragte: K. Robinson			Dozierende Dozierende der Geowissenschaften		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1.-2. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltung Exkursionen / Industrieexkursionen I			Kontaktzeit 10 Tage à 10 h im 1. Studienjahr (insgesamt 100 h)	Selbststudium 50 h	Gruppengröße 16-45

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul vermittelt gelände- und anwendungsbezogene Kenntnisse, die ein Alleinstellungsmerkmal der geowissenschaftlichen Ausbildung darstellen. In allen Geländeveranstaltungen wird den Studierenden eine ganzheitliche Sichtweise auf breit gefächerte geowissenschaftliche Parameter u.a. Gesteinszusammensetzung, mechanisches Gesteinsverhalten, Verwitterung, aber auch die Genese von Landschaftsformen oder –nutzung u.v.m. vermittelt.

Die Studierenden lernen das theoretische Wissen der verschiedenen Lehrveranstaltungen durch eigene Beobachtungen im Gelände nachzuvollziehen, miteinander zu verknüpfen und auf geowissenschaftliche Systeme anzuwenden. Die Exkursionen und der Kartierkurs I bilden das geländebezogene Pendant zu den Grundlagen-Vorlesungen der ersten beiden Semester und stellen damit eine wichtige Basis für das Verständnis der nachfolgenden Ausbildung dar.

Die wesentlichen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls ist die Fähigkeit Gesteine im Aufschluss korrekt anzusprechen und einzuordnen und einfache Lagerungsverhältnisse der Gesteine mit dem Kompass einzumessen. Die Studierenden sind in der Lage einfache geologische Lokalitäten zu interpretieren und hierdurch auf die erdgeschichtliche Entwicklung des Untersuchungsraums und die Landschafts-genese zu schließen. Sie verwenden hierbei die korrekte geologische Fachterminologie.

Lehrinhalte des Moduls

Je nach Exkursionsgebiet werden verschiedene Aspekte aus den Vorlesungen tangiert. Exkursionen dienen dazu (i) die regionale Geologie des Exkursionsgebietes kennenzulernen, (ii) das Spektrum der Gesteine in ihrer natürlichen Umgebung zu erfassen und anzusprechen, (iii) die struktureologische und tektonische Situation zu erkennen und (iv) vor diesem Hin-

tergrund Prozesse der Landschafts-genese zu entziffern, (v) den Fossilinhalt der Gesteine zu beobachten und an Hand des Fossilgehaltes Paläo-Klimabedingungen zur Zeit der Sedimentablagerung zu bestimmen, sowie (vi) die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen mithilfe thematisch fokussierter Exkursionen zu Bergwerken, Lagerstätten oder Industrieanlagen kennen zu lernen. Die Studierenden erlernen damit, die erdgeschichtliche Entwicklung eines Naturraums zu rekonstruieren bzw. seine ökonomische Nutzung unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu beurteilen. Der Standort Freiburg ist idealer Ausgangspunkt für geologische Exkursionen. Das Spektrum der Exkursionen umfasst unter anderem Exkursionen zu folgenden Gebieten: Kaiserstuhl, Schwarzwald, Vogesen/Oberrheingraben und Vorbergzone, Schweizer Jura, verschiedene Regionen der Alpen, Molasse, Schwäbische Alb, Mainzer Becken, Taunus, Odenwald, Nördlinger Ries, Harz.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Exkursion: Erkennen, Skizzieren, Beschreiben und Diskutieren von ausgewählten geowissenschaftlichen Geländebefunden unter aktiver Mitwirkung aller Studierenden.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Protokolle

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften; B.Sc. Geographie; B.Sc. Biologie; B.Sc. Archäologie; Lehramt

Grundlagenliteratur

Regional-geologische Literatur und Exkursionsführer, z.B. aus der Reihe Sammlung Geologischer Führer, Gebrüder Bornträger, Stuttgart.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.8 Geologischer Kartierkurs I

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer Beauftragte: K. Robinson			Dozierende Dozierende der Geologie und Sedimentologie		
Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
P	150 h	5 ECTS	2. Sem.	jährlich	1 Woche
Lehrveranstaltung Geologischer Kartierkurs I			Kontaktzeit 7 Tage à 10 h (insgesamt 70 h)	Selbststudium 80 h	Gruppengröße 3 bzw. 16

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul vermittelt gelände- und anwendungsbezogene Kenntnisse, die ein Alleinstellungsmerkmal der geowissenschaftlichen Ausbildung darstellen. In allen Geländeveranstaltungen wird den Studierenden eine ganzheitliche Sichtweise auf breit gefächerte geowissenschaftliche Parameter u.a. Gesteinszusammensetzung, mechanisches Gesteinsverhalten, Verwitterung, aber auch die Genese von Landschaftsformen oder -nutzung u.v.m. vermittelt. Die Studierenden lernen das theoretische Wissen der verschiedenen Lehrveranstaltungen durch eigene Beobachtungen im Gelände nachzuvollziehen, miteinander zu verknüpfen und auf geowissenschaftliche Systeme anzuwenden. Der Kartierkurs I bildet ein geländebezogenes Pendant zu den Grundlagen-Vorlesungen der ersten beiden Semester und stellt damit eine wichtige Basis für das Verständnis der nachfolgenden Ausbildung dar.

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, unter Anleitung in kleinen Gruppen selbständig ein Gebiet geologisch zu kartieren. Die Studierenden können sich in dem zugewiesenen Gebiet orientieren und jederzeit ihren Standort auf topographischen Karten bestimmen. Sie beschreiben die geomorphologische Situation und setzen sie in kausalen Kontext mit der Untergrundbeschaffenheit. Sie kartieren das Gebiet systematisch und flächendeckend, indem sie die zur Verfügung stehenden Gesteinsaufschlüsse petrographisch und gefügemäßig charakterisieren und in einen stratigraphischen Kontext stellen. Sie sind in der Lage, einfache Lagerungsverhältnisse mit einem Gefügekompass einzumessen, in der Karte darzustellen und tektonisch zu deuten. Sie erstellen eine geologische Karte der kartierten geologischen Einheiten und konstruieren geologische Profile durch die Struktur. Sie verfassen einen Bericht, in dem die Ergebnisse der Kartierarbeit zusammenstellt sind. Mit der Fähigkeit geologisch zu kartieren, erwerben die Studierenden eine Kernkompetenz des Faches.

Lehrinhalte des Moduls

Kartierkurse sind im Gelände stattfindende Übungen, in welchen die Studierenden ihr erworbenes Wissen auf den Gebieten der Kartenkunde sowie der Gesteinskunde anwenden. Anfangs noch unter Anleitung sind sie in der Folge gefordert, selbständig in Gruppenarbeit die verschiedenen Gesteine zu erkennen, diese in geologische Zusammenhänge zu bringen und die Gesteinseinheiten (Lithologien) in eine topographische Karte zu übertragen. Neben der Erkundung der Geologie und der Orientierung im Gelände mit Karte, GPS und Kompass gehört auch das Einmessen von Gefügedaten (Schichtung, Lineation) und deren Übertragung in die geologische Karte zu den Anforderungen dieses Kurses. Anhand der Gefügedaten sowie der unterschiedlichen Lithologien lernen die Kursteilnehmenden geologische Profilschnitte zu konstruieren. Inhalt dieser Kartierübung ist es auch, die Studierenden zur Entnahme von aussagekräftigen Handstücken bzw. orientierten Proben anzuleiten.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Kartierübung in Klein-Teams (max. 3 Studierende) in 3-5 km² großen Gebieten, selbständiges Erkennen, Skizzieren, Beschreiben und Diskutieren von geowissenschaftlichen Geländebeobachtungen sowie Zusammenfügen dieser Beobachtungen zu einer geologischen Karte und Interpretation der erdgeschichtlichen Abläufe im Kartiergebiet.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Aktive Teilnahme

Prüfungsleistung: Kartierbericht mit geologischer Karte und stratigraphischen Profilen am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Interpretation geologischer Karten I und II; geologische Laborübung; Endogene Geologie; Exogene Geologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Powell, D. (1992): Interpretation geologischer Strukturen durch Karten. Eine praktische Anleitung mit Aufgaben und Lösungen. Springer, Heidelberg, 216.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.9 Modellierung und Datenanalyse

Modulkoordinator Prof. Dr. S. Hergarten			Dozent Prof. Dr. S. Hergarten		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Mathematische Grundlagen der Geowissenschaften b) Einführung in die Programmierung und Datenanalyse			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 30 h b) 75 h	Gruppengröße a) 90 b) 15 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Die Analyse von Geodaten und die Quantifizierung mit Hilfe von mathematischen und numerischen Modellen ist ein stetig wachsendes Feld in den Geowissenschaften. Die wesentlichen Qualifikationsziele des Moduls sind:

- 1) Die Fähigkeit, mathematische Gesetzmäßigkeiten auf geologische Fragestellungen anzuwenden.
- 2) Ein Verständnis, wie Prozessmodelle aufgebaut sind, und wo deren Grenzen liegen.
- 3) Die Fähigkeit, einfache Programme zur Datenauswertung selbst zu schreiben.

Die erworbenen Fähigkeiten werden in den Modulen *Strukturgeologie und Tektonik* und *Geophysik* sowie in den Wahlpflichtmodulen angewandt und weiter vertieft.

Lehrinhalte des Moduls

a) Ergänzend zu den Inhalten des Moduls *Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften* werden mathematische Konzepte mit besonderer Relevanz für die Geowissenschaften diskutiert und vertieft. Die Hauptthemen sind:

- 1) Vektoren und Vektorräume
- 2) Lineare Abbildungen und Matrizen
- 3) Lineare Gleichungssysteme
- 4) Eigenwerte

5) Ableitungen und gewöhnliche Differentialgleichungen

Die Konzepte werden anhand geowissenschaftlicher Beispiele und Übungsaufgaben vertieft.

- a) Der Kurs führt anhand von MATLAB in die Grundkonzepte der Programmierung ein und vertieft diese anhand von Beispielen und Übungsaufgaben aus den Geowissenschaften.
-

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit Diskussion
- b) Übungen am Computer mit vorheriger Erläuterung der grundlegenden Konzepte und Vertiefung durch Hausaufgaben
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) und b) Teilnahme

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: bestehend aus Hausaufgaben (60%, a+b), Anwesenheitsaufgaben (10%, b) und einem schriftlichen Abschlusstest (30%, a).

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

- a) Pavel, W. & Winkler, R. (2007): Mathematik für Naturwissenschaftler. Pearson, München 591.
- b) Teschl, S.: MATLAB - eine Einführung,
<http://staff.technikum-wien.at/~teschl/MatlabSkriptum.pdf>
-

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.10 Physik und Chemie der Kristalle

Modulkoordinator Prof. Dr. D. Dolejš				Dozierende a) Prof. Dr. D. Dolejš; Dr. Ch. Redler b) PD Dr. A. Danilewsky		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester	
Lehrveranstaltung a) Physik und Chemie der Materie b) Kristallisation			Kontaktzeit a) 1,5 SWS / 25 h b) 1,5 SWS / 25 h	Selbststudium a) 50 h b) 50 h	Gruppengröße 60 (VL) 10 (Ü)	

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften und Stabilität von Mineralen werden entscheidend durch ihren atomaren Aufbau und ihre thermodynamischen Eigenschaften bestimmt. Aus der geometrischen Lage und der Art der Bindung der Bausteine resultieren so wichtige Eigenschaften wie Härte, optische, elektrische oder magnetische Eigenschaften der Kristalle, die analytisch oder technisch nutzbar sind. Die Kenntnis der grundlegenden Prinzipien erlaubt einerseits eine Vorhersage der Eigenschaften und ist somit wichtig für die Analyse, Interpretation und Anwendung von kristallinen Materialien; andererseits ermöglicht sie das gezielte Herstellen von Kristallen mit maßgeschneiderten Eigenschaften, die nicht in der Natur vorkommen. Die Kenntnis der thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten erlaubt die Vorhersage der Stabilität, Bildung und Umwandlung von Mineralen und damit die Konstruktion von Phasendiagrammen. In dieser Lehrveranstaltung werden die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Materie vermittelt, die ihr Verhalten und ihre Stabilität in der Natur und im Laborexperiment beeinflussen, und ihre Analyse mit röntgen-, elektronbasierten und anderen spektroskopischen Methoden ermöglichen.

Als wesentliche Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls verstehen die Studierenden die Struktur von anorganischen Phasen, Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischer Strahlung und Materie als Basis der Röntgen-, Elektronenstrahlanalytik und Spektroskopie und können elementare Messungen mit diesen Methoden interpretieren. Nach der Darstellung Grundkenntnisse von Thermodynamik sind sie in der Lage, Stabilität, Phasendiagramme der Minerale, Schmelzen und synthetischen Substanzen sachkundig zu interpretieren. Die Studierenden können das Wachstum von Kristallen und die Grundlagen der Kristallzüchtung erklären.

Lehrinhalte des Moduls

1. Physikalisch-chemische Eigenschaften kristalliner Materie
 2. Wechselwirkung zwischen elektromagnetischer Strahlung und Materie
 3. Grundlagen der Spektroskopie
 4. Elektronenstrahlanalytik und -mikroanalyse
 5. Kristall- und Mineralchemie
 6. Wechselwirkung zwischen Röntgenstrahlung und Materie, Kristallstruktur
 7. Energie kristalliner Materie und Kriterien der Phasenstabilität
 8. Phasengleichgewichte
 9. Phasendiagramme
 10. Keimbildung und Unterkühlung
 11. Kristallwachstum
 12. Kristallzüchtung
-

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial mit anschließender Diskussion aller Beteiligten.

Wissenschaftliche Übung mit theoretischen Übungsaufgaben und Diskussion aller Beteiligten

Praktische Kleingruppenarbeit (max. 10 Studierende pro Gruppe) im Röntgenlabor mit anschließender Versuchsauswertung unter Anleitung

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) und b) Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften; B.Sc. Geographie; B.Sc. Archäologie

Grundlagenliteratur

a) Wenk, H.-R. & Bulakh, A. (2016): Minerals: Their Constitution and Origin. Cambridge University Press, Cambridge, 666.

Pavicevic, M.K. & Amthauer, G. (Eds.) (2000): Physikalisch-chemische Untersuchungsme-

thoden in den Geowissenschaften. Schweizebart, Stuttgart, 252.

Nesse, W.D. (2012): Introduction to Mineralogy. Oxford University Press, Oxford, 480.

b) Meyer, K. (1977): Physikalisch-chemische Kristallographie. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 368.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.11 Sedimentologie

Modulkoordinator Prof. Dr. F. Preusser			Dozierende a) Prof. Dr. F. Preusser b) PD Dr. U. Leppig		
Modulart P	Workload 150 h	Credits a) 2 ECTS b) 3 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Sedimentologie b) Paläontologie			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 4 SWS / 60 h	Selbststudium a) 30 h b) 30 h	Gruppengröße 90 (VL) 20 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Die Sedimentgeologie beschäftigt sich mit den Ablagerungsgesteinen und ihrem biogenen Inhalt (Fossilien). In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul Kenntnisse über die Geschichte der Erde, welche für das grundlegende Verständnis des Systems Erde und somit für alle anderen Module des Studiengangs von Bedeutung sind. Im Wahlpflichtmodul *Oberflächennahe Prozesse* können diese Themen weiter vertieft werden. Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- Die Studierenden erkennen Sedimentgesteine und können sie korrekt klassifizieren. Sie leiten deren Entwicklungsgeschichte her und können die Sedimente einem Ablagerungsraum zuordnen.
- Die Studierenden wissen, wie sich die Baupläne der wirbellosen Tiere in der Erdgeschichte entwickelt haben und verstehen die Grundlagen der Evolution. Sie können die wesentlichen Merkmale an den Übungsstücken aufzeigen und deren Funktion beschreiben. Die Studierenden untersuchen die Baupläne verschiedener Organismengruppen und diskutieren deren Entwicklung im Lauf der Erdgeschichte.

Lehrinhalte des Moduls

- Sedimente sind Produkte und Teil des geologischen Kreislaufs der Gesteine. Sie treten in den meisten geodynamischen Szenarien auf. Je nach Ausgangsgestein gibt es verschiedene Typen von Sedimenten: Klastische, Chemische, Biogene. Die Komponenten und Zusammensetzungen unterscheiden sich und werden in der Vorlesung gegenüber gestellt. Bei der Bildung und geologischen Einordnung von Sedimenten spielen die unterschiedlichen Ablagerungsräume eine entscheidende Rolle. So können durch die

Analyse von Sedimentationsstrukturen wichtige Information über die Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung gewonnen werden.

- b) Diese Lehrveranstaltung behandelt die Baupläne (Stämme) wirbelloser Tiere (Invertebrata), wie Protista, Porifera, Coelenterata, Arthropoda, Mollusca (Pelecypoda, Gastropoda, Cephalopoda), einige kleine Untergruppen (Bryozoa, Brachiopoda, Echinodermata) und Spurenfossilien werden behandelt. Dabei geht es einerseits um die morphologischen Merkmale einer Gruppe, aber auch um die Biologie und Ökologie der rezenten Vertreter, was sich aufgrund des aktualistischen Prinzips häufig auf deren fossile Verwandte, auf die Fossilien, übertragen lässt. Funktionsmorphologische (welche Struktur hat welche Funktion?) und phylogenetische (Fragen zur Evolution) Betrachtungen sind ebenfalls wichtige Bestandteile. Die Übungssammlung ist stark in den Unterricht integriert.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

a) Vorlesung mit Diskussion

b) Vorlesung mit audiovisueller Unterstützung und Möglichkeit zur Diskussion

Praktische Übungen in kleineren Gruppen (angeleitete Gruppe mit max. 20 Studierenden) an repräsentativen Fossilien unter aktiver Mitwirkung der Studierenden, Anfertigung von anatomischen Zeichnungen

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: ---

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende des Moduls

Teilnahmevoraussetzungen

Exogene Geologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Geographie; B.Sc. Biologie; B.Sc. Umweltwissenschaften

Grundlagenliteratur

a) Nichols, G. (2009): Sedimentology and Stratigraphy. Wiley-Blackwell, Oxford, 432.

b) Ziegler, B. (1980, 1983, 1998): Einführung in die Paläobiologie, Teil 1-3. Schweizerbart, Stuttgart, 248 + 409 + 666.

Lehmann, U. & Hillmer, G. (mehrere Auflagen): Wirbellose Tiere der Vorzeit. Enke Verlag Stuttgart, 304.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.12 Geophysik					
Modulkoordinator Prof. Dr. S. Hergarten			Dozent Prof. Dr. S. Hergarten		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Geophysik			Kontaktzeit 3 SWS / 45 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße ---

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Während geophysikalische Daten früher hauptsächlich bei der Exploration von Rohstoffen wichtig waren, erlangen sie heute eine immer größere Bedeutung in vielen Teilgebieten der Geowissenschaften von der Grundlagenforschung bis in den Naturgefahren- und Umweltbereich. Neben einem Verständnis der zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten vermittelt das Modul Kompetenzen in der Interpretation geophysikalischer Daten für geowissenschaftliche Fragestellungen und einen Überblick, welche geophysikalischen Erkundungsmethoden für welche Fragestellungen geeignet sind, und wo deren Grenzen liegen. Darüber hinaus werden die im Modul 2.9 „Modellierung und Datenanalyse“ erworbenen Fähigkeiten im Umgang mit Daten und der Programmierung ausgebaut.

Lehrinhalte des Moduls

Schwerpunkt des Moduls sind die Hauptgebiete der Physik der festen Erde (Allgemeine Geophysik) und die zugehörigen Erkundungsmethoden:

1. Gravitation und Schwerfeld der Erde
2. Seismologie und Seismik
3. Magnetfeld der Erde

Zusätzlich wird ein kurzer Überblick über die wichtigsten weiteren Erkundungsmethoden der Angewandten Geophysik, speziell Geoelektrik und elektromagnetische Methoden und deren Anwendungsgebiete vermittelt.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Diskussion und Hausaufgaben

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: bestehend aus Hausaufgaben (60%) und einem schriftlichen Abschlusstest (40%).

Teilnahmevoraussetzungen

Kenntnisse in Mathematik und Programmierung (MATLAB) auf dem Niveau des Moduls 2.9 „Modellierung und Datenanalyse“.

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Clauser, C. (2016): Einführung in die Geophysik – Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde. Springer, Berlin, 409.

Fowler, C.M.R. (2004): The Solid Earth – an Introduction to Global Geophysics. Cambridge University Press, Cambridge, 728.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.13 Methoden der Mineralogie

Modulkoordinatorin Dr. H. Müller-Sigmund			Dozentin Dr. H. Müller-Sigmund		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Polarisationsmikroskopie			Kontaktzeit 5 SWS / 75 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 20

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Schwerpunkt dieser Lehrveranstaltung ist das Erlernen der lichtoptischen Grundlagen für die Polarisationsmikroskopie sowie das Erkennen und Beschreiben wichtiger gesteinsbildender Minerale und Gesteinsgefüge im Dünnschliff. Darüber hinaus werden Grundzüge der Gefüge-Quantifizierung und der Auflicht-Mikroskopie behandelt.

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs werden die Kenntnisse aus den Modulen *Kristalle und Minerale* und *Petrologie* in den mikroskopischen Bereich erweitert. Das Modul vermittelt die Voraussetzungen für das Verständnis petrologischer Prozesse in der Erdkruste und im Erdmantel, aber auch für die Erkennung und Beschreibung technischer Produkte, was insbesondere für die Wahlpflichtmodule *Prozesse in der Lithosphäre*, *Georessourcen I* und *Materialwissenschaften* von Bedeutung ist. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden werden in die Lage versetzt das Verhalten von Licht in anisotropen Medien zu beschreiben und die optischen Kenngrößen eines Minerals für definierte Orientierungen abzuleiten bzw. zu berechnen. Sie können ein Polarisationsmikroskop sachkundig bedienen und lichtoptische Eigenschaften von Mineralen damit messen. Sie können die lichtoptischen Eigenschaften von Mineralen im Dünnschliff beschreiben, die Minerale bestimmen und ihre Mengenanteile schätzen oder messen. Sie können einfache Mikrogefüge beschreiben und daraus den Bildungsbereich des Gesteins ableiten.

Lehrinhalte des Moduls

- Einführung in die Physik des Lichts; Benutzung des Polarisationsmikroskops
- Mineral-Eigenschaften: Morphologie, Farbe, Reflexion, Lichtbrechung; Messen von Längen, Höhen, Winkeln; Optik: Vergrößerung, Numerische Apertur, Auflösungsvermögen
- Polarisation, Doppelbrechung, Indikatrix; Beschreibung optischer Eigenschaften unter dem Mikroskop, Benutzung des Abbé-Refraktometers und des Integrationstisches, Bestimmung des Modalbestands

- Interferenz, Gangunterschied, Auslöschungsschiefe, Interferenzfarben, Zwillinge, Elongation, Zonarbau, Entmischungen
- Optisch einachsige und zweiachsige Indikatrix; konoskopische Mikroskopie, Schnittlagenabhängigkeit, Benutzung der Bestimmungstabellen
- Gesteinsbildende Minerale und ihre mineraloptisch relevanten Eigenschaften, wichtige akzessorische Minerale
- Gefügebeschreibung, Erkennen petrogenetischer Prozesse anhand charakteristischer Mikrogefüge

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit audiovisueller Unterstützung, Modellen und Anschauungsmaterial, Übungen am Mikroskop mit Mineral- und Gesteinspräparaten, Anleitung zur Beschreibung und Messung optischer Eigenschaften sowie Identifikation gesteinsbildender Minerale und einfacher Gefüge, Gelegenheit zum selbständigen, betreuten (Tutorat) und unbetreuten Mikroskopieren.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben, praktische Übungen, Verständnistests

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: Die in den Anwesenheitsaufgaben und einem schriftlichen (praktischen und theoretischen) Abschlusstest erreichten Punkte werden nach einem zu Beginn des Moduls bekanntgegebenen Schlüssel zu einer Gesamtnote kombiniert.

Teilnahmevoraussetzungen

Kristalle und Minerale; Petrologie; Geo-Laborpraktikum; Physik und Chemie der Kristalle

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Jones, M.P. (1997): Methoden der Mineralogie. Enke, Stuttgart, 260.

Nesse, W.D. (2013): Introduction to Optical Mineralogy. Oxford University Press, Oxford, 361.

Nesse, W.D. (2012): Introduction to Mineralogy. Oxford University Press, Oxford, 466.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.14 Regionale und Historische Geologie

Modulkoordinator Prof. Dr. T. Kenkmann			Dozierende a) Prof. Dr. T. Kenkmann b) PD Dr. U. Leppig		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Regionale Geologie b) Fossilien in der Erdgeschichte			Kontaktzeit a) 3 SWS / 45 h b) 2 SWS / 30 h	Selbststudium a) 45 h b) 30 h	Gruppengröße 25

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Die Lehrveranstaltungen des Moduls beschäftigen sich mit unterschiedlichen Aspekten der zeitlichen und räumlichen Entwicklung der Erde mit Schwerpunkt Europa. Das Modul baut auf dem Modul *Sedimentologie* des 3. Semesters auf.

Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- Die Studierenden können beschreiben, wie das heutige regionalgeologische Kartenbild der Erde und insbesondere von Deutschland und Europa entstanden ist. Sie können tektonische, metamorphe, magmatische und sedimentologische Prozesse, welche die Regionale Geologie entscheidend prägten, benennen.
- Die Studierenden können den Ablauf der Erdgeschichte mit Hilfe von Leitfossilgruppen in geologische Zeitabschnitte gliedern. Sie diskutieren die paläogeographischen, paläoklimatischen und palökologischen Veränderungen im Laufe der Erdgeschichte und deren Auswirkungen auf die Organismenwelt.

Lehrinhalte des Moduls

- Die Vorlesung gibt einen Überblick über die regionale Geologie der Erde, die geologische Geschichte Deutschlands und ausgewählter Regionen Europas sowie anderer Gebiete der Erde. Im Mittelpunkt steht die regionalgeologische Entwicklung Mitteleuropas vor dem Hintergrund des globalen plattentektonischen Rahmens, die in chronologischer Reihenfolge vorgestellt wird. Die Entwicklung der europäischen Plattform wird ebenso behandelt wie die Prozesse und Auswirkungen der kaledonischen, variszischen und alpidischen Orogenese. An Hand von Fallbeispielen wird die Struktur der Erdkruste vorgestellt.

- b) Jeder geologische Zeitabschnitt ist charakterisiert durch ganz bestimmte Fossilien (Leitfossilien). Mit ihnen lässt sich ein relatives zeitliches Bezugssystem aufbauen, mithilfe dessen es möglich ist, Aussagen über das (relative) Alter der jeweiligen Gesteinsschichten, in denen sie vorkommen, machen zu können. Mit einbezogen in die Betrachtungen werden die paläogeographischen, damit einhergehend die paläoklimatischen und palökologischen Veränderungen im Laufe der Erdgeschichte und deren Auswirkungen auf die Organismenwelt. Die Sammlung „Leitfossilien“ ergänzt den Unterricht.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit audiovisuellen Hilfsmitteln, Tafelbild und Wandkarten; praktische Übungen
b) Vorlesung mit audiovisueller Unterstützung und Möglichkeit zur Diskussion

Praktische Übungen in kleineren Gruppen zur Vertiefung des theoretischen Vorlesungsinhaltes an repräsentativen Leitfossilien unter aktiver Mitwirkung der Studierenden

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme, Anfertigung eines Berichts zu unterschiedlichen Themen der Vorlesung, Test; b) Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende des Moduls

Teilnahmevoraussetzungen

Endogene Geologie; Exogene Geologie; Sedimentologie; Paläontologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

- a) Schönerberg, R. (1997): Einführung in die Geologie Europas. Rombach, Freiburg, 385.

Walter, R. (1992): Geologie von Mitteleuropa. Schweizerbart, Stuttgart, 561.

Meschede, M. (2015) Geologie Deutschlands. Ein prozessorientierter Ansatz. Springer Spektrum, Berlin, 249.

Frisch, W., Meschede, M. & Blakey R. (2011): Plate Tectonics. Continental Drift and Mountain Building. Springer Verlag, Berlin, 212.

- b) Faupl, P. (2000): Historische Geologie. Facultas, Wien, 271.

Rothe, P. (2000): Erdgeschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 240.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

2.15 Strukturgeologie und Tektonik

Modulkoordinator Dr. M. Poelchau			Dozierende Prof. Dr. T. Kenkmann, Dr. M. Poelchau		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Strukturgeologie und Tektonik			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul grundlegendes Wissen hinsichtlich der Deformationsprozesse, die in der Erdkruste infolge Plattentektonik und Gebirgsbildung auftreten und baut damit auf den Modulen *Endogene Geologie* und *Exogene Geologie* auf. Die Studierenden erwerben Kernkompetenzen im Bereich der qualitativen und quantitativen Erfassung von Verformungs- und Spannungszuständen in der Lithosphäre. Das Wahlpflichtmodul *Struktur und Morphologie von Orogenen* knüpft an dieses Modul an. Die Bereiche Strukturgeologie und Tektonik zählen zu den Forschungsschwerpunkten der Professur.

Die Studierenden können planare (z.B. Schichteinfallen oder Schieferung) und lineare Strukturdaten (z.B. Faltenachsen, Schnittlineare) in flächentreuer Projektion darstellen, statistisch auswerten und das Gesteinsgefüge selbständig interpretieren. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Deformationsmechanismen im Gestein abzuleiten und Rückschlüsse auf die physikalischen Randbedingungen bei der Deformation zu ziehen. Sie können einfache Verformungs- und Spannungsanalysen graphisch und rechnerisch durchführen. Sie setzen kleintektonische Beobachtungen und großräumliche Strukturen in einen kausalen Kontext und nutzen die Erkenntnisse für plattentektonische Fragestellungen. So können sie z.B. die in einem Gestein gespeicherten Gefüge-Informationen nutzen, um den kinematischen Werdegang eines Gesteins zu rekonstruieren.

Lehrinhalte des Moduls

Die Veranstaltung gibt eine Einführung in die Strukturgeologie und Tektonik. Das Deformationsinventar der Erdkruste wird im mikro- und makroskopischen Maßstab vorgestellt. Methoden der Darstellung von Strukturdaten werden vorgestellt. Das variable Deformationsverhalten von Gestein wird als Funktion von Druck, Temperatur, Lithologie, Verformungsrate, und Gesteinslöslichkeit vorgestellt. Es werden die Haupttypen von Störungen im plattentektonischen Kontext erläutert (Auf- und Überschiebungen, Abschiebungen, Seitenverschie-

bungen) und mechanische Prozesse in Scherzonen besprochen. Faltungsgeometrien und Faltungs-Mechanismen werden vorgestellt und mit Änderungen im Gesteinsgefüge gekoppelt. Die durch die Gesteinsdeformation entstehenden linearen und planaren Gefüge-Elemente werden erläutert; Deformationsmechanismen und Grundlagen der Rheologie besprochen. Die Grundlagen der Verformungs- und Spannungsanalyse werden vermittelt, wobei graphische und mathematische Methoden angewandt werden.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial (Gesteinsproben aus den Sammlungen des Instituts) mit anschließender Diskussion aller Beteiligten.

In den Übungen werden graphische Verfahren zur Darstellung von Gefügedaten mithilfe des Schmidt'schen Netzes trainiert. Mathematische und graphische Methoden werden vorgestellt und geübt, mit deren Hilfe Spannung und Verformungszustände im Gestein ermittelt werden können. Praktische Übungen am Polarisationsmikroskop.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme an den Übungen

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: Die Modulnote resultiert aus den in den Übungen erreichten Punkten (30 %) und den Ergebnissen einer Klausur (70 %) am Ende der Lehrveranstaltung.

Teilnahmevoraussetzungen

Endogene Geologie; Exogene Geologie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.A. Liberal Arts and Sciences – Major Earth and Environmental Sciences

Grundlagenliteratur

Eisbacher, G.H. (1991): Einführung in die Tektonik. Enke, Stuttgart, 310.

Fossen, H. (2016): Structural Geology. Cambridge University Press, Cambridge, 510.

Meschede, M. (1994): Methoden der Strukturgeologie. Enke, Stuttgart, 169.

Moore, E.M. & Twiss, R.J. (1995): Tectonics. W.H. Freeman, New York, 415.

Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. (1996): Microtectonics. Springer, Berlin, 289.

Twiss, R.J. & Moore, E.M. (2007): Structural Geology. W.H. Freeman, New York, 532.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.16 Exkursionen II

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer Beauftragte: K. Robinson			Dozierende Dozierende der Geowissenschaften		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3.-4. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltung Exkursionen / Industrieexkursionen I			Kontaktzeit 10 Tage à 10 h im 2. Studienjahr (insgesamt 100 h)	Selbststudium 50 h	Gruppengröße 16-45

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In diesem praxis- und anwendungsbezogenen Modul lernen die Studierenden das theoretische Wissen der verschiedenen Lehrveranstaltungen durch eigene Beobachtungen im Gelände nachzuvollziehen, miteinander zu verknüpfen und Lösungen für praxisrelevante Fragestellungen zu erarbeiten.

Als wesentliche Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls können die Studierenden Gesteine im Aufschluss korrekt ansprechen und einordnen sowie komplexe Lagerungsverhältnisse erkennen und deren mögliche Entstehungsgeschichte ableiten. Sie rekapitulieren die räumliche und zeitliche Entwicklung des Exkursionsgebietes und halten ihre Beobachtungen schriftlich fest. Sie verwenden die korrekte geologische Fachterminologie in abschließenden Berichten.

Lehrinhalte des Moduls

Die Exkursionen vertiefen und erweitern die in den vorangegangenen Modulen Exkursionen I und Kartierkurs I erworbenen Kenntnisse und sind Ergänzungen zu den Lehrinhalten anderer Module. Das Spektrum der Exkursionsgebiete ist groß und umfasst wechselnde Gebiete. Impressionen zu einigen Exkursionen der letzten Jahre finden sich unter: <http://portal.uni-freiburg.de/master-geo/excursions/examples> (z.B.: USA, Schwäbische Alb, Alpen, Nördlinger Ries, Eifel, Skandinavien, Island...).

Exkursionen dienen dazu (i) die regionale Geologie des Exkursionsgebietes kennenzulernen, (ii) das Spektrum der Gesteine in ihrer natürlichen Umgebung zu erfassen und anzusprechen, (iii) die strukturgeologische und tektonische Situation zu erkennen und (iv) vor diesem Hintergrund Prozesse der Landschaftsgenese zu entziffern, (v) den Fossilinhalt der Gesteine zu beobachten und an Hand des Fossilgehaltes Paläo-Klimabedingungen zur Zeit der

Sedimentablagerung zu bestimmen, sowie (vi) die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen mithilfe thematisch fokussierter Exkursionen zu Bergwerken, Lagerstätten oder Industrieanlagen kennen zu lernen. Die Studierenden erlernen damit, die erdgeschichtliche Entwicklung eines Naturraums zu rekonstruieren bzw. seine ökonomische Nutzung unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu beurteilen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Exkursion: Erkennen, Skizzieren, Beschreiben und Diskutieren von ausgewählten geowissenschaftlichen Geländebefunden unter aktiver Mitwirkung aller Studierenden.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Protokolle

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Alle geowissenschaftlichen Pflichtmodule des 1. und 2. Semesters

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften; B.Sc. Geographie; B.Sc. Biologie; B.Sc. Archäologie; Lehramt

Grundlagenliteratur

Regional-geologische Literatur und Exkursionsführer, z.B. aus der Reihe Sammlung Geologischer Führer, Gebrüder Bornträger, Stuttgart.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.17 Geologischer Kartierkurs II

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer Beauftragte: K. Robinson			Dozierende Dozierende der Mineralogie-Petrologie und Geochemie		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 4. Sem.	Turnus Jährlich	Dauer 1 Woche
Lehrveranstaltung Geologischer Kartierkurs II			Kontaktzeit 7 Tage à 10 h (insgesamt 70 h)	Selbststudium 80 h	Gruppengröße 3 bzw. 16

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Modul *Kartierkurs II* vermittelt aufbauend auf dem Modul *Kartierkurs I* ein fortgeschrittenes Verständnis geologischer Zusammenhänge im Gelände. Das Modul bereitet auf die Bachelor-Arbeit und eigenständiges Arbeiten im Beruf vor. Geowissenschaftliche Geländemethoden werden vertieft sowie die Kenntnisse unterschiedlicher Gesteine und geotektonischer Zusammenhänge erweitert, so dass komplexe geologische Lagerungsverhältnisse selbständig aufgenommen, dargestellt und interpretiert werden können.

Die Studierenden werden in die Lage versetzt, in kleinen Gruppen selbständig ein geologisch komplexes Gebiet zu kartieren und seinen geologischen Bau zu interpretieren. Die Studierenden können sich in dem zugewiesenen Gebiet orientieren und jederzeit sicher ihren Standort auf topographischen Karten bestimmen. Sie beschreiben die geomorphologische Situation und setzen sie in kausalen Kontext mit der Untergrundbeschaffenheit. Sie kartieren das Gebiet systematisch und flächendeckend, indem sie die zur Verfügung stehenden Gesteinsaufschlüsse petrographisch und gefügemäßig charakterisieren und in einen stratigraphischen Kontext stellen. Sie sind in der Lage, komplexe Lagerungsverhältnisse mit einem Gefügekompass einzumessen, in der Karte darzustellen und tektonisch zu deuten. Sie erstellen eine geologische Karte der kartierten geologischen Einheiten und konstruieren geologische Profile durch die Struktur. Im Kartierbericht ordnen die Studierenden die eigenen Beobachtungen in den regionalgeologischen Kontext ein.

Lehrinhalte des Moduls

Der Kartierkurs vertieft und erweitert die in den Modulen *Exkursionen I* und *Kartierkurs I* er-

worbenen Kartier-Fertigkeiten. Kartierkurse sind im Gelände stattfindende Übungen, in welchen die Studierenden ihr erworbenes Wissen auf den Gebieten der Kartenkunde sowie der Gesteinskunde anwenden. Anfangs noch unter Anleitung, sind sie in der Folge gefordert, selbständig in Gruppenarbeit die verschiedenen Gesteine zu erkennen, diese in geologische Zusammenhänge zu bringen und die Gesteinseinheiten (Lithologien) in eine topographische Karte zu übertragen. Neben der Erkundung der Geologie und der Orientierung im Gelände mit Karte und Kompass gehört auch das Einmessen von Gefügedaten (Schieferung, Schichtung, Lineation, Faltenachsen) und deren Übertragung in die geologische Karte zu den Anforderungen dieses Kurses. Anhand der Gefügedaten sowie der unterschiedlichen Lithologien lernen die Kursteilnehmenden, geologische Profilschnitte zu konstruieren. Inhalt dieser Kartierübung ist es auch, die Studierenden zur Entnahme von aussagekräftigen Handstücken bzw. orientierten Proben anzuleiten. Hinsichtlich der tektonischen Situation und der Lithologie ist der geologische Kartierkurs II durch höhere Komplexität gegenüber dem Kartierkurs I gekennzeichnet.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Kartierübung in Klein-Teams (max. 3 Studierende), selbständige geologische Kartierung von 4-6 km² großen Gebieten, Gruppendiskussion der Geländebefunde und Interpretationsvarianten, kooperatives Erstellen einer Gesamtkarte

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Kartierbericht) mit geologischer Karte und Profilschnitten am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Kristalle und Minerale; Petrologie; Strukturgeologie und Tektonik; Kartierkurs I

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Coe, A.L. (2010): Geological Field Techniques. Wiley-Blackwell, Oxford, 323.

Lisle, R.J., Brabham, P.J. & Barnes, J.W. (2011): Basic Geological Mapping. Wiley-Blackwell, Chichester, 217.

McCann, T. & Valdivia-Manchego, M. (2015): Geologie im Gelände. Springer Spektrum,

Berlin/Heidelberg, 376.

Regional geologische Literatur und Exkursionsführer des Kartiergebietes

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.18 Exkursionen III

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer Beauftragte: K. Robinson			Dozierende Dozierende der Geowissenschaften		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5.-6. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
Lehrveranstaltung Exkursionen / Industrieexkursionen I			Kontaktzeit 10 Tage à 10 h im 2. Studienjahr (insgesamt 100 h)	Selbststudium 50 h	Gruppengröße 16-45

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In dem Modul *Exkursionen III* werden alle Exkursionen des 5. und 6. Fachsemesters zusammengefasst, welche die Lehrinhalte der unter Kapitel 3 aufgeführten Wahlpflichtmodule auf praktischer, anwendungs- und geländebezogener Basis ergänzen. Im Rahmen der Wahlpflichtmodule wird von den verantwortlichen Dozierenden mitgeteilt, falls bestimmte angebotene Exkursionen das Wahlpflichtmodul sinnvoll ergänzen und daher belegt werden müssen.

Diese praxis- und anwendungsbezogene Lehre rundet das Bachelorstudium ab und bereitet die Studierenden gezielt auf ihre Bachelorarbeit oder weiterführende Qualifikationen vor. Da mit diesen Exkursionen ein breites Themenspektrum der Geowissenschaften abgedeckt wird, dient es den Studierenden als Entscheidungshilfe für die spätere Berufswahl.

Lehrinhalte des Moduls

Die verschiedenen Exkursionen vertiefen und erweitern die in den vorangegangenen Modulen *Exkursionen I und II* sowie *Kartierkurs I und II* erworbenen Kenntnisse und sind teilweise Ergänzungen zu speziellen Lehrinhalten der Wahlpflichtmodule. Das Spektrum der Exkursionsgebiete ist groß und umfasst wechselnde Gebiete. Impressionen zu einigen Exkursionen der letzten Jahre finden sich unter: <http://portal.uni-freiburg.de/master-geo/excursions/examples> (z.B.: USA, Schwäbische Alb, Alpen, Nördlinger Ries, Eifel, Skandinavien, Island...).

Exkursionen dienen dazu (i) die regionale Geologie des Exkursionsgebietes kennenzulernen, (ii) das Spektrum der Gesteine in ihrer natürlichen Umgebung zu erfassen und anzusprechen, (iii) die strukturgeologische und tektonische Situation zu erkennen und (iv) vor diesem Hintergrund Prozesse der Landschafts-genese zu entziffern, (v) den Fossilinhalt der Gesteine

zu beobachten und an Hand des Fossilgehaltes Paläo-Klimabedingungen zur Zeit der Sedimentablagerung zu bestimmen, sowie (vi) die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen mithilfe thematisch fokussierter Exkursionen zu Bergwerken, Lagerstätten oder Industrieanlagen kennen zu lernen. Die Studierenden erlernen damit, die erdgeschichtliche Entwicklung eines Naturraums zu rekonstruieren bzw. seine ökonomische Nutzung unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu beurteilen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Exkursion: Erkennen, Skizzieren, Beschreiben und Diskutieren von ausgewählten geowissenschaftlichen Geländebefunden bzw. Förder- oder Produktionsprozessen unter aktiver Mitwirkung aller Studierenden.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Protokolle

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Exkursionen I und II; Kartierkurse I und II; alle geowissenschaftlichen Pflichtmodule des 1. bis 4. Semesters; fachlich korrespondierende Wahlpflichtmodule

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften; B.Sc. Geographie; B.Sc. Biologie; B.Sc. Archäologie; Lehramt

Grundlagenliteratur

Modulbezogene Fachliteratur, Regionalgeologische Literatur und Exkursionsführer der vorgestellten Exkursionsziele.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.19 Allgemeine und Anorganische Chemie

Modulkoordinator/in Dozent/in der Chemie			Dozenten Prof. Dr. H. Hillebrecht; Prof. Dr. I. Krossing		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Allgemeine und Anorganische Chemie			Kontaktzeit 6 SWS / 90 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße 90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs wird im Modul *Allgemeine und Anorganische Chemie* chemisches Grundlagenwissen vermittelt, welches eine Voraussetzung für moderne quantitative Geowissenschaften darstellt. Das Modul bildet somit eine wichtige Grundlage für viele Lehrveranstaltungen des Curriculums B.Sc. Geowissenschaften sowie für die Erstellung der Bachelorarbeit. Insbesondere die Module *Kristalle und Minerale*, *Geochemie* sowie *Physik und Chemie der Kristalle* bauen auf dem grundlegenden Wissen, das in diesem Modul vermittelt wird, auf.

Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden können grundlegende chemische Reaktionen und den Verlauf einfacher Experimente beschreiben und anhand allgemeiner chemischer Prinzipien erklären.

Lehrinhalte des Moduls

Die Vorlesung beinhaltet Grundlagen der Allgemeinen Chemie wie Atombau, Periodensystem der Elemente, Valenz, Bindungstheorien, Molekülbau, Kristallgitter/Festkörper, Thermodynamik und Kinetik von Reaktionen, Gastheorie, Säure-Base-Reaktionen, Komplexchemie, Redoxreaktionen und Elektrochemie. Darüber hinaus behandelt sie die einfache anorganische Stoffchemie der Haupt- und Nebengruppenelemente. Neben inhaltlichen Aspekten werden den Studierenden in gesonderten Seminaren Sicherheitskonzepte vermittelt.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten

Theoretische Übungen in Kleingruppen (ca. 20 Studierende) mit Besprechung der

Übungsaufgaben und Diskussion des Vorlesungsinhaltes

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: ---

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Grundlagenliteratur

Housecroft, C.E. & Sharpe, A.G. (2006): Anorganische Chemie. Pearson Studium, München, 1013.

Mortimer, C.E. & Müller, U. (2015): Chemie. Thieme, Stuttgart, 716.

Müller, U. (2009): Anorganische Strukturchemie. Vieweg und Teubner, Wiesbaden, 392.

Riedel, E. & Janiak, C. (2011): Anorganische Chemie. De Guyter, Berlin, 963.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

http://portal.uni-freiburg.de/ac/login_form

<http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/vorlesungen.html>

2.20 Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie

Modulkoordinator Prof. Dr. Dr. C. Friedrich			Dozent Prof. Dr. Dr. C. Friedrich		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester In den Semester- ferien nach 1. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Praktikum Allgemeine und Anorga- nische Chemie			Kontaktzeit 10 SWS / 150 h	Selbststudium -	Gruppengröße 2 bzw. 18

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs werden im Modul *Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie* Grundkenntnisse chemischer Laborarbeit vermittelt sowie das theoretische Wissen der Vorlesung „Allgemeine und Anorganische Chemie“ praktisch angewandt und vertieft. Die praktische Laborarbeit stellt einen wichtigen Bestandteil des Curriculums B.Sc. Geowissenschaften dar, wozu dieses Modul grundlegend beiträgt. Die in dem Praktikum erlangten Fähigkeiten sind somit insbesondere für die Module *Geo-Labor-Übung* und *Kartenkunde II*, *Geochemie* sowie *Physik und Chemie der Kristalle* und die Anfertigung von Bachelorarbeiten, in denen Experimente durchgeführt werden, von besonderer Bedeutung. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten chemischen Grundkenntnisse in beispielhaften chemischen Versuchen anzuwenden. Sie können mit üblichen Laborgeräten und Chemikalien unter Beachtung des Gefahr- und Umweltschutzes umgehen und ihre Experimente dokumentieren. Sie können sicher mit Chemikalien umgehen, kennen die Grundlagen der Arbeitssicherheit und des Brandschutzes und wissen über Entsorgung und Recycling von Chemikalien Bescheid.

Lehrinhalte des Moduls

Das Praktikum beinhaltet Versuche zu den Themen: Substanzen und ihre Eigenschaften, Stöchiometrie, Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt und Löslichkeit, Säure-Base-Reaktionen, Komplex-Reaktionen, Redox-Reaktionen, Stoffchemie einiger wichtiger Metalle und Nichtmetalle sowie die Qualitative Analytik.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Praktikum in Kleingruppen (2er Gruppe unter Anleitung von Saalassistenten/HiWis) mit Versuchsvorbereitung, Versuchseinführung durch den Saalassistenten, Versuchsdurchführung, schriftliche Protokollführung und Auswertung. Korrektur der Auswertung durch den Saalassistenten/Hiwis und Rücksprache mit den Studierenden.

Dazu einführende Sicherheitseinweisungen, begleitende theoretische Seminare und begleitendes Tutorat mit Rechenübungen in Gruppen (ca. 18 Studierende).

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Protokolle zu allen Praktikumsversuchen

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Allgemeine und Anorganische Chemie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Grundlagenliteratur

Jander, G. & Blasius, E. (2006): Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie. Hirzel, Stuttgart, 704.

Mortimer, C.E. & Müller, U. (2015): Das Basiswissen der Chemie. Thieme, Stuttgart, 716.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

Praktikumsskript + Versuchsanleitung werden vor dem Praktikum ausgeteilt.

2.21 Einführung in die Physik mit Experimenten

Modulkoordinator Prof. Dr. O. Waldmann			Dozent Prof. Dr. O. Waldmann		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 1. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Einführung in die Physik mit Experimenten			Kontaktzeit 5 SWS / 75 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs wird im Modul *Einführung in die Physik mit Experimenten* physikalisches Grundlagenwissen vermittelt, welches eine Voraussetzung für moderne quantitative Geowissenschaften darstellt. Das Modul bildet somit eine wichtige Grundlage für viele Lehrveranstaltungen des Curriculums B.Sc. Geowissenschaften sowie für die Erstellung der Bachelorarbeit. Die hier erlernte Auswertung von Experimenten wird zum Beispiel im Modul *Geophysik* wieder aufgegriffen. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende physikalische Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und anzuwenden. Die Studierenden können die wichtigsten Phänomene in den Gebieten der Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Thermodynamik und Radioaktivität sprachlich und mathematisch beschreiben und einfache Experimente dazu angeben.

Lehrinhalte des Moduls

Die Vorlesung beinhaltet Grundlagen der Physik wie Mechanik und Gravitation, Wärmelehre und Thermodynamik, Elektromagnetismus, elektromagnetische Wellen und Optik sowie Quantenphysik.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Demonstrationsexperimenten und audio-visueller Unterstützung sowie live-stream-Übertragung ins Internet

Wissenschaftliche Übungen in Kleingruppen mit theoretischen Übungsaufgaben und Diskussion aller Beteiligten

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Teilnahmevoraussetzungen

Grundlagenliteratur

Meschede, D. & Gerthsen, C. (2015): Gerthsen Physik. Springer, Berlin, 1052.

Giancoli, D.C. & Eibl, O. (2010): Physik: Lehr- und Übungsbuch. Pearson Studium, München, 1610.

Pitka, R., Bohrmann, S., Stöcker, H., Terlecki, G. & Zetsche, H. (2005): Physik - Der Grundkurs. Harri Deutsch, Frankfurt, 464.

Stroppe, H. (2011): Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Carl Hanser, München, 548.

Tipler, P.A. (2015): Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure. Spektrum, Berlin, 1454.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

2.22 Bodenkunde					
Modulkoordinatorin Prof. Dr. F. Lang			Dozierende Prof. Dr. F. Lang; Dr. H. Schack-Kirchner		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Bodenkunde			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 90

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Da Bodenkunde eine Schnittstellenwissenschaft ist, wird vor allem auf den Erwerb von Schnittstellenkompetenz Wert gelegt. D.h. wir wollen die Studierenden in die Lage versetzen,

- mit „sattelfestem“ Grundlagenwissen von langer „Halbwertszeit“ bodenkundliche Muster zu erkennen sowie
- Prozesse zu verstehen und anthropozentrisch bewertete Bodenfunktionen (z.B. Böden als Produktionsfaktor für Pflanzen, Böden als Reaktor zur Immobilisierung von Schadstoffen) zu quantifizieren und ggf. „managen“ zu können.
- Fähigkeit zur Analyse komplexer Wechselbeziehungen bei der Betrachtung von Böden als Teilkompartimente terrestrischer Ökosysteme.

Wir gehen davon aus, dass wir dabei die Faszination der jungen Schnittstellenwissenschaft „Bodenkunde“ vermitteln und neben den naturwissenschaftlichen Aspekten auch die Sensibilität und Verantwortlichkeit für eine ethisch motivierte Gesunderhaltung der „Haut der Erde“ wecken können.

Lehrinhalte des Moduls

Es wird in die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise von Böden eingeführt. Dies geschieht mit den Instrumentarien der Geologie und Mineralogie (Ausgangsmaterialien von Böden) der Chemie (Böden als chemische Reaktionsgefäße) der Physik (Böden als poröse Matrix für Transportprozesse) und der Biologie (Böden als Lebensraum). Erfahrungsgemäß ist es notwendig diese disziplinären Handwerkszeuge (Bodenchemie, Bodenphysik, Geologie, Bodenbiologie) ausgehend von elementaren Basiszusammenhängen zu entwickeln. Dabei liegt der Hauptfokus auf den Regelkreisen und -prozessen, die für das „Funktionieren“ der

Böden in Ökosystemen, globalen Stoffkreisläufen und bei der Pflanzenproduktion wichtig sind.

Mit Hilfe dieser Grundlagen werden Morphe, Prozesse und Funktionen der Böden Mitteleuropas und der Welt behandelt. Dabei wird sowohl die deutsche als auch die international üblichen Bodenklassifikationen (WRB, US-Taxonomy) verwendet und gelehrt. Das beinhaltet das Erlernen der „bodenkundlichen Sprachen“. Böden werden als integrierte Teilkompartimente von Ökosystemen aufgefasst. In die globalen Bodenschutzprobleme wird kurz eingeführt, um an den internationalen Bodenschutzdiskurs heranzuführen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung, Übung, Kolloquium

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Teilnahmevoraussetzungen

Grundlagenliteratur

Pflichtlektüre (genauere Hinweise zu den zu bearbeiteten Kapiteln und Themengebieten werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)

Hintermaier, E. & Zech, W. (1997): Wörterbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart, 338.

Gisi, U. (1997): Bodenökologie. Thieme, Stuttgart, 360.

Weiterführende Literatur:

Blume, H.-P. (Eds.) (1933): Handbuch der Bodenkunde. Wiley-VCH, Weinheim, laufend ergänzte Loseblattsammlung.

Scheffer, F., Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Kandeler, E. & Stahr, K. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 570. (als Nachschlagewerk zu benutzen)

Stahr, K., Kandeler, E., Hermann, L. & Streck, T. (2008): Bodenkunde und Standortlehre.

Ulmer, Stuttgart, 318.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

Über CampusOnline bereitgestellte Präsentationen und Skripte

BodenkundeOnline, Interaktive Lehreinheit zu den Grundlagen der Bodenkunde

2.23 Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften

Modulkoordinatorin Dr. S. Knies			Dozentin Dr. S. Knies		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften			Kontaktzeit 6 SWS / 90 h	Selbststudium 60 h	Gruppengröße 90 (VL) 20 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs wird im Modul *Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften* mathematisches Grundlagenwissen vermittelt, welches eine Voraussetzung für moderne quantitative Geowissenschaften darstellt. Das Modul bildet somit eine wichtige Grundlage für praktisch alle Lehrveranstaltungen des Curriculums B.Sc. Geowissenschaften sowie für die Erstellung der Bachelorarbeit.

Die Studierenden werden befähigt selbständig mit grundlegenden anwendungsrelevanten Methoden und Techniken der Mathematik umzugehen. Darüber hinaus schulen die Studierenden ihr Analyse- und Abstraktionsvermögen für die Lösung konkreter naturwissenschaftlicher Probleme.

Lehrinhalte des Moduls

Die Vorlesung behandelt Grundlagen aus verschiedenen Teilgebieten der Mathematik. Sie stellt Grundbegriffe aus dem Gebiet der Aussagenlogik und Mengenlehre vor und behandelt ausführlich die komplexen Zahlen als Abschluss der sukzessiven Erweiterungen beim Aufbau unseres Zahlensystems. Des Weiteren diskutiert sie grundlegende Fragestellungen im Bereich der Kombinatorik, stellt außerdem Folgen und Reihen sowie elementare Funktionen wie bspw. Exponential- und Logarithmusfunktionen vor und behandelt abschließend die Differential- und Integralrechnung.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung

Theoretische Übungen in Kleingruppen (ca. 20 Studierende) mit Besprechung der Übungsaufgaben und Diskussion des Vorlesungsinhaltes

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Teilnahmevoraussetzungen

Grundlagenliteratur

Arens, T. (2012): Mathematik. Spektrum, Heidelberg, 1506.

Herrmann, N. (2012): Mathematik für Naturwissenschaftler. Spektrum, Heidelberg, 290.

Pavel, W. & Winkler, R. (2007): Mathematik für Naturwissenschaftler. Pearson, München, 592.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

2.24 Physikalisches Praktikum

Modulkoordinator Prof. Dr. O. Waldmann			Dozent Prof. Dr. O. Waldmann		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Physikalisches Praktikum			Kontaktzeit 5 SWS / 105 h	Selbststudium 45 h	Gruppengröße 2 bzw. 70

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs werden im Modul *Physikalisches Praktikum* Grundkenntnisse physikalischer Laborarbeit vermittelt sowie das theoretische Wissen der Vorlesung „Einführung in die Physik mit Experimenten“ praktisch angewandt und vertieft. Die praktische Laborarbeit stellt einen wichtigen Bestandteil des Curriculums B.Sc. Geowissenschaften dar, wozu dieses Modul grundlegend beiträgt. Die in dem Praktikum erlangten Fähigkeiten sind somit insbesondere für die Module *Materialwissenschaften* sowie *Geophysik* und die Anfertigung von Bachelorarbeiten, in denen Experimente durchgeführt werden, von besonderer Bedeutung. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten physikalischen Grundkenntnisse in beispielhaften physikalischen Experimenten anzuwenden und zu vertiefen. Sie können mit physikalischen Mess-Instrumenten umgehen und sind befähigt, Ergebnisse sinnvoll zu interpretieren. Sie wissen, physikalische Experimente korrekt zu protokollieren und können diese selbständig auswerten und formulieren.

Lehrinhalte des Moduls

In 10 Versuchen führen die Studierenden in 2er Teams verschiedene Experimente in den Gebieten Mechanik und Akustik, Zählstatistik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre, Optik und Mikrophysik eigenständig durch und werten diese aus.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Praktikum in Kleingruppen zu 2 Personen mit Versuchsvorbereitung, Versuchseinführung mit dem/der Tutor/in, Versuchsdurchführung, schriftliche Protokollführung und Auswertung. Korrektur der Auswertung durch den/die Tutor/in und Rücksprache mit den Studierenden.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (benotete Praktikumsprotokolle zu jedem Versuch). Das arithmetische Mittel aus allen Praktikumsprotokollen ergibt die Modulnote.

Teilnahmevoraussetzungen

Einführung in die Physik mit Experimenten

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehrimport in den Studiengang B.Sc. Geowissenschaften

Grundlagenliteratur

Walcher, W. & Eibl, M. (2009): Praktikum der Physik. Vieweg & Teubner, Wiesbaden, 416.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

Versuchsanleitungen werden vor Beginn des Praktikums ausgeteilt.

<http://www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore/apnat>

3. Wahlpflichtmodule (WP)

3.1 Prozesse in der Lithosphäre					
Modulkoordinator Prof. Dr. D. Dolejš			Dozierende Prof. Dr. D. Dolejš, Dr. H. Müller-Sigmund		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Magmatische und metamorphe Prozesse			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 40 (VL) 20 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Magmenbildung, Metamorphose und Deformation sind die wichtigsten Prozesse und Ergebnisse der Bildung und Verformung kontinentaler und ozeanischer Erdkruste. Die Interpretation dieser Vorgänge in der geologischen Vergangenheit basiert auf dem Verständnis der komplexen Zusammenhänge zwischen Bildungsbedingungen, Eigenschaften und Platznahme von Magmen, Änderungen der Druck-Temperatur-Bedingungen mit der Zeit während metamorpher Prozesse sowie dem kinematischen und mechanischen Ablauf orogener Prozesse. Diese Information ist in Mineralbestand, Texturen der Gesteine und Strukturen der geologischen Einheiten auf unterschiedlichen Größenskalen enthalten. Die in diesem Modul zusammengefassten Veranstaltungen dienen dem Verständnis dieser komplexen Zusammenhänge in der Lithosphäre, wobei ein Rahmen von Mineralparagenese und Zusammensetzung bis zum groß-maßstäblichen Gebirgsaufbau gespannt wird. Das Modul basiert auf den Modulen *Petrologie*, *Methoden der Mineralogie* sowie *Strukturgeologie und Tektonik*. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis für metamorphe und magmatische Prozesse im Bezug auf globale geodynamische Prozesse. Sie können komplexe Mineral-Paragenesen und Reaktionsgefüge beschreiben, interpretieren und die Entwicklungsgeschichte der Gesteine wie z.B. Kristallisationsablauf und Druck-Temperatur-Pfade ableiten und im geodynamischen Kontext interpretieren.

Lehrinhalte des Moduls

Inhalt dieser Lehrveranstaltung sind magmatische und metamorphe Prozesse in Erdkruste und Mantel-Aufschmelzung, Eigenschaften von Silikatmagmen, Differentiation, Intrusions-

mechanismen und Kristallisation einerseits sowie metamorphe Gradienten, Geothermobarometrie, Rekonstruktion der Druck-Temperatur-Deformationspfade der Metamorphose und Exhumierung in diversen tektonischen Settings (mittelozeanische Rücken, Subduktionszonen und magmatische Bögen, kontinentale Kollision und Rifting):

1. Struktur und Eigenschaften der Silikatschmelzen
2. Phasengleichgewichte in magmatischen Systemen
3. Entwicklung und Differentiation von Magmen
4. Magmakristallisation, Strukturen und Texturen
5. Chemische Zusammensetzung von Magmen und ihre Interpretation
6. Magmatische Prozesse I: Mittelozeanische Rücken und Subduktionszonen
7. Magmatische Prozesse II: Kollision und Dehnung kontinentaler Kruste
8. Gleichgewichtskonzept der Metamorphose
9. Interpretation von metamorphen Paragenesen: Geothermobarometrie
10. Metamorphe Phasendiagramme
11. Metamorphe Kristallisation, Umkristallisation und Kristallverformung
12. Metamorphe Prozesse I: ozeanische Lithosphäre (Meeresboden, Subduktion)
13. Metamorphe Prozesse II: kontinentale Lithosphäre (Kollision, Exhumierung, Dehnung)

In den zugeordneten Übungen werden Rechen- und Modellierbeispiele erarbeitet sowie exemplarische Gesteine in Handstück und Dünnschliff vorgeführt. Bei den polarisationsmikroskopischen Untersuchungen steht neben einer Vervollständigung des Repertoires an gesteinsbildenden und fazieskritischen Mineralen die Beschreibung und petrogenetische Interpretation charakteristischer Strukturen und Gefüge im Vordergrund. Durch Dünnschliff-Zeichnungen wird das Beobachtungsvermögen geschult.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit audiovisuellen Komponenten, Mikroskopierübungen in kleinen Gruppen, Diskussion und Ansprache von Anschauungsmaterial sowie kooperative Erstellung von Gesteinsbeschreibungen und Genesemodellen einschließlich Modellierung mit petrologischer Software

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben (kollektive, gruppenweise oder individuelle Lösungen), Beschreibung und Interpretation mikroskopischer Präparate

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Endogene Geologie; Kristalle und Minerale; Petrologie; Methoden der Mineralogie

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.A. Liberal Arts and Sciences – Major Earth and Environmental Sciences

Grundlagenliteratur

Winter, J.D. (2010): An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall, New Jersey, 702.

Best, M.G. (2002): Igneous and Metamorphic Petrology. Wiley-Blackwell, Chichester, 752.

Shelley, D. (1992): Igneous and Metamorphic Rocks under the Microscope. Chapman & Hall, London, 445.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

3.2 Oberflächennahe Prozesse

Modulkoordinator Prof. Dr. F. Preusser			Dozierende a) Prof. Dr. F. Preusser b) Prof. Dr. A. Hoppe; Prof. Dr. T. Kenkmann		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Einführung in die Quartärforschung b) Geologische Risiken			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 2 SWS / 30 h	Selbststudium a) 45 h b) 45 h	Gruppengröße a) 40 b) 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Alle Lehrveranstaltungen des Moduls beschäftigen sich mit unterschiedlichen Bereichen und Aspekten oberflächennaher Prozesse. Dabei spielen bei a) die Rekonstruktionen von ehemaligen Ablagerungsräumen eine zentrale Rolle, während in b) das aktuogeologische Gefährdungspotenzial dieser Gebiete im Vordergrund steht. In dem Modul werden wichtige gesellschaftsrelevante Kompetenzen erworben. Die wissenschaftliche Beschäftigung mit oberflächennahen geologischen Prozessen gehört zu den Kernaufgaben des Instituts. In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs ist das Modul grundlegende Voraussetzung für eine Bachelorarbeit in diesem Bereich. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

- a) Die Studierenden sind mit den grundlegenden Konzepten und Begriffen, sowie den wichtigsten Methoden der Quartärforschung vertraut.
- b) Die Studierenden können die Phänomene von Geo-Risiken und die sie verursachenden Prozesse beschreiben. Sie analysieren für spezifische Gebiete die Geo-Risiken und können den Entscheidungsträgern Vorsorgemaßnahmen bzw. Frühwarnsysteme empfehlen.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Das Quartär umfasst als jüngste Periode der Erdgeschichte die unmittelbare geologische Vergangenheit (die letzten 2,6 Millionen Jahre), aber auch die Gegenwart. Während des Quartärs erlebte die Erde dramatische Klimaänderungen, die zeitweise zu einer weiträumigen Ausdehnung von Gletschern und Eisschilden führte, verbunden mit einer deutlichen Absenkung des Meeresspiegels. Die Erforschung der Ursachen und Wirkungen der natürlichen Klimaänderungen und deren Einfluss auf Prozesse an der Erdoberfläche

sind wichtige Aspekte im Zusammenhang mit der derzeitigen Diskussion über den globalen Wandel. Vor diesem Hintergrund liefert diese Veranstaltung eine Einführung in die Grundlagen der Quartärforschung, in der neben den wichtigsten Begriffen auch die bedeutendsten Methoden und Archive kurz vorgestellt werden.

b) Unser Alltag wurde und wird zunehmend von den Risiken durch extreme Naturereignisse bestimmt. Instabile Hanglagen führen zu Bergrutschen und -stürzen. Vulkanische Ereignisse haben zum Teil weitreichende Auswirkungen in der Atmosphäre und an der Erdoberfläche. Erdbeben, teils mit dadurch ausgelösten Tsunamis, können große Gebiete in kürzester Zeit vollständig zerstören. Weitere Themengebiete sind die Georisiken geogene Hintergrundgehalte in Gesteinen und Böden sowie Meteoritenimpakte. Diese Risiken werden in ihren Mechanismen, Ursachen und Auswirkungen behandelt. Die Geowissenschaften nehmen in der Risiko-Analyse und -Abschätzung eine Schlüsselstellung ein. Sie können technische Gegenmaßnahmen entwerfen und teilweise auch Vorhersagen zukünftiger Bedrohung erstellen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit Diskussion und praktischen Übungen
- b) Vorlesung mit audio-visueller Unterstützung, praxisorientierten Beispielen und Gruppendiskussion

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) und b) Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) über a) und b) am Ende der Lehrveranstaltungen

Teilnahmevoraussetzungen

Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Lehramt

Grundlagenliteratur

a) Ehlers, J. (2011): Das Eiszeitalter. Spektrum, Berlin, 363.

Lowe, J. & Walker, M. (2015): Reconstructing Quaternary Environments. Routledge, Taylor and Francis, London, 568.

b) Plate, E.J. & Merz, B. (Eds.) (2001): Naturkatastrophen, Ursachen – Auswirkungen – Vorsorge. Schweizerbart, Stuttgart, 475.

Schmincke, H.-U. (2013): Vulkanismus. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 264.

Schneider, G. (2004): Erdbeben – Eine Einführung für Geowissenschaftler und Bauingenieure. Elsevier, Spektrum, München, 246.

Selinus, O. (Eds.) (2005): Medical geology – Impacts of the Natural Environment on Public Health. Elsevier, Academic Press, Amsterdam, 812.

Wellmer, F.-W. & Becker-Platen, J.D. (Eds.) (1999): Mit der Erde leben – Beiträge Geologischer Dienste zur Daseinsvorsorge und nachhaltigen Entwicklung. Springer, Berlin, 273.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.3 Umweltgeochemie					
Modulkoordinator Prof. Dr. W. Siebel			Dozent Prof. Dr. W. Siebel		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Umweltgeologie und -geochemie			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Ein tiefgreifendes Verständnis der Umwelt- und Geosysteme ist erforderlich zur Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung. Das Modul *Umweltgeochemie* betrachtet die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt und vermittelt Antworten auf die Frage, welche Veränderungen der Mensch durch seinen Einfluss auf Luft, Wasser, Boden, Sediment und damit auch auf die Geologie bewirkt.

Aufbauend auf den bis zu diesem Zeitpunkt erlernten geowissenschaftlichen Kenntnissen vermittelt das Modul *Umweltgeochemie* ein vertieftes Verständnis für umweltrelevante geowissenschaftliche Probleme, zu deren Lösung Geowissenschaftler beitragen können. Es ermöglicht die beginnende Spezialisierung des Studierenden auf ein Berufsbild im Bereich Altlastenpraxis, Boden- und Abfallmanagement, Rohstoffsicherung oder Energieversorgung. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden lernen die geologisch-geochemische Sichtweise von Umweltproblemen kennen. Sie erweitern ihre Kompetenz und Auseinandersetzungsfähigkeit in Bezug auf die Veränderung der Geosphären durch Eingriffe des Menschen. Sie können die Wechselwirkungen verschiedenster Stoffe und Prozesse analysieren und deren Einfluss auf globale Kreisläufe diskutieren. Probleme und Lösungsansätze bei der Kontamination von Boden, Wasser und Luft, der Abfallbeseitigung sowie beim Umgang mit der Nutzung von Ressourcen werden erkannt. Der Abbau von Rohstoffen stellt fast immer einen gravierenden Eingriff in die Umwelt dar. Daher lernen der Studierenden auch die ethisch-moralischen Dimensionen des menschlichen Handelns bei der Energie- und Rohstoffnutzung und die daraus resultierenden Implikationen in Bezug auf Ressourcenschonung und Umweltverträglichkeit kennen. Am Ende der Lehrveranstaltung sind die TeilnehmerInnen in der Lage, umweltgeochemische Prozesse in ihren Dimensionen, Wechselwirkungen und Rückkoppelungen besser zu verstehen.

Lehrinhalte des Moduls

Chemische Verbindungen können auf verschiedensten Wegen an nahezu jeden Ort auf der Erde gelangen. Meeresströmungen, Kohlendioxid und andere Gase beeinflussen das Klima. Die Prozesse laufen chemisch, physikalisch, biologisch, atmosphärisch, vulkanisch und in der Erdkruste ab. Die Vorlesung beginnt mit Betrachtungen zu den globalen Systemen Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und den darin ablaufenden geochemischen Prozessen. Dabei werden die Ursachen und Auswirkungen anthropogen verursachter Umweltveränderungen (z.B. Ozonloch, London Smog, Los Angeles Smog, saurer Regen) auch unter dem Blickwinkel geochemischer Reaktionsabläufe betrachtet. Es folgen Übersichten zu Schadstoffen und ihrer Verbreitung in der Umwelt und zur Strategien der Proben-gewinnung. Weitere Schwerpunkte liegen auf Altlasten (erkennen, bewerten, sanieren), umweltbewusster Ressourcennutzung und Wasserversorgung. Neben Faktenwissen vermittelt die Veranstaltung zahlreiche Fallbeispiele aus der geologischen Praxis.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit begleitenden qualitativen und quantitativen Übungen

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Teilnahmevoraussetzungen

Alle Pflichtmodule in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Andrews, J.E., Brimblecombe, P., Jickells, T.D., Liss, P.S. & Reid, B. (2004): An introduction to environmental chemistry. Blackwell Publishing, Malden, 296.

Hilberg, S. (2015): Umweltgeologie – Eine Einführung in Grundlagen und Praxis. Springer Spektrum, Berlin/Heidelberg, 245.

Wright, J. (2003): Environmental chemistry. Routledge, London, 419.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<http://www.uni-tuebingen.de/de/107337>

3.4 Materialwissenschaften

Modulkoordinator PD Dr. A. Danilewsky			Dozierende a) PD Dr. A. Danilewsky; Dr. T. Sorgenfrei; Dr. A. Remhof b) Dr. T. Sorgenfrei		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Praktische Kristallographische Übungen b) Kristallzüchtung			Kontaktzeit a) 4 SWS / 60 h b) 2 SWS / 30h	Selbststudium a) 30 h b) 30 h	Gruppengröße a) 2-3 b) 16

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In der Lehrveranstaltung *Kristallzüchtung* werden die theoretischen Grundlagen vermittelt, welche mit praktischen Kristallographische Übungen angewandt und vertieft werden.

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul *Materialwissenschaften* die notwendigen Kompetenzen für die Durchführung einer Bachelor-Arbeit im Bereich Materialwissenschaften oder Mineralanalytik, sowie für einen entsprechenden beruflichen Schwerpunkt im materialwissenschaftlichen Bereich. Das Modul sollte ferner gewählt werden, wenn beabsichtigt wird, sich für den konsekutiven Masterstudiengang Sustainable Materials, Profillinie Crystalline Materials zu bewerben. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

- Die Studierenden sind in der Lage, Kristalle zu vermessen und hinsichtlich ihrer Symmetrieeigenschaften zu charakterisieren. Sie verstehen Strukturmodelle von Kristallen und bestimmen, unter welchen Bedingungen Kristallwachstum möglich ist. Sie kennen die Methoden der Analyse und können unter Anleitung eigene Phasenanalysen durchführen.
- Die Studierenden kennen die thermodynamischen Grundlagen des Kristallwachstums und sind in der Lage, Kristalle definierter Zusammensetzung aus Lösungen oder aus der Schmelze zu züchten. Sie kennen die gängigen Methoden der industriellen Kristallzüchtung.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Die praktischen Kristallographische Übungen sind so konzipiert, dass sie t in die theoretischen Hintergründe der Kristallographie einführen und die innere Struktur (Kristallbau) und die Symmetrieverhältnisse im Kristall veranschaulichen. Durch die Vermessung eines Kristalls anhand von Kristallflächen erhält man Rückschlüsse zu den Kristallsystemen, Kristallklassen und Achsenverhältnissen der Elementarzelle (kleinste strukturelle Einheit im Kristall). Der Kurs informiert weiterhin über die Methoden zur Bestimmung von Phasendiagrammen mit der Heitzschmikroskopie. Bei der Heitzschmikroskopie wird optisch kontrolliert wie sich mit Temperaturänderungen Stoffe umwandeln oder schmelzen. Diese Umwandlungs- und Schmelzpunkte werden genau gemessen und die Stabilitätsbereiche der verschiedenen Phasen untersucht. Wesentliche Fähigkeiten zur Präparation und lichtoptischen Beurteilung von Kristallscheiben werden am Beispiel von Silizium vermittelt. Ein weiterer Programmpunkt ist die Methodik und Bedienung des Rasterelektronen-Mikroskops. Mit dieser Methode wird das untersuchte Material mit einem Elektronenstrahl abgetastet und es lassen sich dabei Strukturen im Nano-Bereich betrachten. Dabei beruht diese Meßmethode auf der Wechselwirkung des Elektronenstrahls mit der Materie. Die verschiedenen Signale werden beobachtet und auch Elementanalysen durchgeführt. Mit einem Versuch wird in die praktische Kristallzüchtung anhand des Czochralski-Verfahrens eingeführt. Die Synthese von Phasengemischen und ihre diffraktometrische Phasenbestimmung geben einen Einblick in die Praxis der Röntgenbeugungsmethoden.
- b) Für technische Anwendungen werden Kristalle definierter Zusammensetzung und von hoher Qualität benötigt, oftmals auch von Materialien, die in der Natur nicht vorkommen, wie z.B. Silizium, GaAs etc. Diese Kristalle müssen künstlich hergestellt werden. Nach einer Einführung in die thermodynamischen und kinetischen Grundlagen des Kristallwachstums werden die wichtigsten Verfahren der Kristallzüchtung aus der Schmelze, der Lösung und der Gasphase vorgestellt.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Praktische Übungen in angeleiteten Kleingruppen mit 2-3 Studierenden an Geräten zur kristallographischen Analytik und Kristallzüchtung. Jedes Thema beinhaltet die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen und die Versuchseinführung durch die Betreuer/innen, die Versuchsdurchführung, Ergebnisauswertung und ein Versuchsprotokoll.
- b) Vorlesung mit Demonstrationsmaterial, audio-visueller Präsentation und anschließender Diskussion aller Beteiligten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) und b) Teilnahme

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: Protokolle (über a) und Klausur (über b) am Ende der

Lehrveranstaltungen. Die Modulnote ergibt sich aus dem nach ECTS-Punkten gewichteten Mittel der Protokolle (3 ECTS) und des Klausurteils (2 ECTS).

Teilnahmevoraussetzungen

Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

a) + b):

Borchardt-Ott, W. & Sowa, H. (2013): Kristallographie: eine Einführung für Naturwissenschaftler. Springer, Berlin, 415.

Haussühl, S. (1993): Kristallgeometrie. Verlag Chemie, Weinheim, 151.

Wilke, K.-T. & Bohm, J. (1988): Kristallzüchtung. Harri Deutsch, Thun/Frankfurt, 364.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.5 Hydrogeologie					
Modulkoordinator Prof. Dr. D. Dolejš (kommissarisch)			Dozierende a) Prof. Dr. I. Stober b) Dr. R. Martinez		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Hydrogeologie b) Geochemie natürlicher Wässer			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 2 SWS / 30 h als Blockkurs	Selbststudium a) 45 h b) 45 h	Gruppengröße 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Wasser ist zusammen mit Mineralen und Gesteinen die wichtigste geologische Substanz. Praktisch alle gesteinsbildenden Prozesse laufen unter Beteiligung von Wasser ab. Deshalb ist ein Modul *Hydrogeologie* in einem geowissenschaftlichen Studiengang von fundamentaler Bedeutung. Der Teil *Hydrogeologie* führt in die Grundlagen der Grundwassergeologie ein. Dieses Themenfeld wird erweitert mit einem Schwerpunkt „Tiefenwässer“, welche besonders für die Geothermie wichtig sind. Der Teil *Geochemie natürlicher Wässer* behandelt auf einfache Weise die chemischen Aspekte von Oberflächen- und Grundwässern sowie die chemische Wechselwirkung von Wasser mit Gesteinen.

Im Rahmen des Gesamtstudiengangs Geowissenschaften ist ein Grundwissen über die geologische Substanz Wasser sehr erwünscht und die Wahl des Moduls wird allen Studierenden empfohlen. Insbesondere werden die Module *Oberflächennahe Prozesse* und *Umweltgeochemie* inhaltlich ergänzt. Im Berufsalltag von Geologinnen und Geologen spielt insbesondere die Hydrogeologie eine sehr große Rolle. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

- a) Die Studierenden kennen die Grundlagen der Hydrogeologie und können auf dieser Basis Durchlässigkeiten, Fließgeschwindigkeiten, Speichereigenschaften usw. von verschiedenen Gesteinen mit den entsprechenden Verfahren berechnen. Sie werden in die Lage versetzt, durch hydraulische Tests die Bemessung von Wasserschutzgebieten abzuschätzen. Sie sind vertraut mit den Prinzipien der Geothermie und dadurch in der Lage, Nutzungsmöglichkeiten regional einzustufen.
- b) Die Studierenden verstehen die grundlegenden Mechanismen von Wasser-Gesteinswechselwirkungen mit Schwerpunkt auf Karbonatsystemen. Sie können chemische Analysen von natürlichen Wässern richtig lesen, auf Plausibilität überprüfen,

strukturieren, graphisch darstellen und in verschiedene andere Parameter umrechnen.

Lehrinhalte des Moduls

- a) In der Vorlesung werden die wichtigsten Themen der „Allgemeinen“ und der „Angewandten Hydrogeologie“, der „hydrogeologischen Grundlagenforschung“ sowie der „Regionalen Hydrogeologie“ behandelt. Zentrale Themen sind die hydrochemischen und hydraulischen Eigenschaften eines Grundwasserleiters. In der Vorlesung werden u.a. die hydrochemischen Analysen und ihre Interpretation besprochen. Die Folgen von Veränderungen von Druck und Temperatur und die Genese des Grundwassers werden erläutert. Die Bedeutung der hydraulischen Eigenschaften eines Grundwasserleiters wird erläutert. Durchlässigkeiten, Fließgeschwindigkeiten, Speichereigenschaften usw. werden mit den entsprechenden Verfahren berechnet. Die Durchführung und Auswertung hydraulischer Tests wie Pumpversuche, Markierungsversuche usw. werden behandelt. Dazu gehören auch die relevanten geophysikalischen Untersuchungsmethoden. Weitere Themenschwerpunkte stellen die Berechnung/Bemessung von Wasserschutzgebieten dar. Fragestellungen aus der Praxis wie Sanierung von Schadensfällen, Anlage und Problematik von Deponien werden diskutiert. Thermal- und Mineralwässern sowie geothermische Nutzungsmöglichkeiten (Oberflächennahe und Tiefe Geothermie) werden besprochen. In der Regionalen Hydrogeologie werden die wichtigsten Grundwasserleiter (und -stauer) mit ihren hydrogeologischen Eigenschaften in Baden-Württemberg behandelt, wobei regionale Schwerpunkte gesetzt werden.
- b) Die natürlichen Wässer des Planeten sind zentrales geologisches Material. Meerwasser, Seen, Flüsse, Grundwasser und Tiefenwasser sind entscheidend an geologischen Prozessen beteiligt. Ihre chemische Zusammensetzung erwerben diese Wässer durch chemische Reaktionen mit den Mineralien der Gesteine und durch Wechselwirkung mit der Atmosphäre und der Biosphäre. Die chemische Zusammensetzung natürlicher Wässer birgt deshalb eine Fülle von Informationen über die Herkunft der Wässer, ihre Fließwege und über ihre potentielle Weiterentwicklung. Grundwasser ist die entscheidende Trinkwasserressource. Die Wasser-Gestein-Reaktionen im Untergrund entscheiden, ob ein Grundwasser ein Trinkwasser wird oder sich zu einer Salzlauge entwickelt. Tiefenwässer sind heute als Träger geothermaler Energie sehr gefragt. Ihre Chemie kann den Betrieb geothermischer Anlagen stark beeinflussen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit audio-visueller Präsentation und Rechenbeispielen, gemeinsame Erarbeitung von theoretischen Übungsaufgaben und Möglichkeit zur Diskussion
- b) Blockkurs, Vorlesung mit Diskussion aller Beteiligten
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme; b) Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) über a) und b) am Ende der Lehrveranstaltungen

Teilnahmevoraussetzungen

Alle Pflichtvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

B.Sc. Umweltnaturwissenschaften

Grundlagenliteratur

a) Hölting, B. (1992): Hydrogeologie. Enke, Stuttgart, 415.

Strayle, G., Stober, I. & Schloz, W. (1994): Ergiebigkeitsuntersuchungen in Festgesteinsaquiferen. Informationen 6, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, 114.

b) Drever, J.I. (1997): The Geochemistry of Natural Waters Surface and Groundwater Environments. Prentice Hall, New Jersey, 436.

Harris, D.C. (2010): Quantitative Chemical Analysis, Freeman, New York.

Langmuir, D. (1997): Aqueous Environmental Geochemistry, Prentice Hall, New Jersey, 600.

Stumm, W. & Morgan, J.J. (1996): Aquatic Chemistry, Wiley, New York, 1022.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.6 Georessourcen I

Modul ist unabhängig von Modul „Georessourcen II“ wählbar.

Modulkoordinator Dr. M. Junge			Dozent Dr. M. Junge		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Mineralische Ressourcen			Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 40 (VL) 20 (Ü)

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In den Lehrveranstaltungen des Moduls Georessourcen I werden die Entstehung und Beschaffenheit mineralischer Rohstoffe, insbesondere Erze, sowie deren Lagerstätten ergründet. In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul ein Gesamtbild der Anreicherung chemischer Komponenten und deren Umwandlung in natürliche und künstliche Rohstoffe, welches insbesondere für die Wahlpflichtmodule *Georessourcen II*, *Materialwissenschaften* und *Umwelt* von Bedeutung ist. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

Die Studierenden können die Bildungsbedingungen und Vorkommen der verschiedenen Rohstoff-Lagerstättenarten erläutern, aktuelle Versorgungslage und Zukunftsaussichten für verschiedene Rohstoffe diskutieren und Umweltproblematiken beurteilen. Die Studierenden verstehen geologische Bildungsmechanismen chemischer und mechanischer Mineralakkumulationen, die als ökonomische Rohstoffe dienen. Sie sind mit den Untersuchungsmethoden der Lagerstätten und Interpretation ihrer Genese als Grundlage für effektive Nutzung und Vorratsevaluierung vertraut. Sie verstehen die Prinzipien der Exploration, Abgrenzung, geologischer Struktur und ökonomischer Nutzung mineralischer Rohstoffe.

Lehrinhalte des Moduls

Die Lehrveranstaltung *Mineralische Ressourcen* beginnt mit Definition und Bedeutung der Rohstofflagerstätten. In der Einführung werden Abgrenzung und Aufbau der Lagerstätten sowie Verteilung, Struktur und Textur von Mineralrohstoffen und damit zusammen hängende Untersuchungsmethoden betrachtet. Im Folgenden werden unterschiedliche Lagerstättentypen systematisch nach ihrer Genese und Bildungsmechanismen dargestellt: Lagerstätt-

ten als Produkte magmatischer Fraktionierung, Ausfällung aus hydrothermalen Lösungen verbunden mit vulkanischen Prozessen, als Produkte von Fluidströmen in der Lithosphäre sowie von oberflächennahen Verwitterungs- und Akkumulationsprozessen. Im anschließenden Teil der Veranstaltung werden Ökonomie und Lebenskreisläufe der Ressourcen und strategische Planung des Abbaus und der Rohstoffverarbeitung erläutert. Außerdem werden ethische Aspekte der Rohstoffgewinnung und Verarbeitung unter besonderer Betrachtung von umweltrelevanten und sozioökonomischen Gesichtspunkten diskutiert.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Vorlesung mit Möglichkeit zur Diskussion. Praktische Übungen in Kleingruppen an repräsentativen Rohstoffproben unter aktiver Mitwirkung der Studierenden. Gruppenarbeit an praktischen Explorationsprojekten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) am Ende der Lehrveranstaltung

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Ridley, J. (2013): Ore Deposit Geology. Cambridge University Press, Cambridge, 409.

Pohl, W.L. (2011): Economic Geology. Principles and Practice. Wiley-Blackwell, Chichester, 680.

Pohl, W.L. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe: eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten. Schweizerbart, Stuttgart, 527.

Robb, L. (2004): Introduction to the Ore-Forming Processes. Blackwell, Malden, 384.

Jébrak, M., Marcoux, É. (2016): Geology of Mineral Resources. Geological Association of Canada, 668.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.7 Georessourcen II

Modul ist unabhängig von Modul „Georessourcen I“ wählbar.

Modulkoordinator Prof. Dr. S. Hergarten			Dozierende a) Prof. Dr. B. Stribrny b) Prof. Dr. U. Vogt c) Dr. J. Wilk		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Industrie- und Baurohstoffe b) Technische Mineralogie c) Geo-Energieträger			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h als Blockkurs b) 2 SWS / 30 h c) 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 25 h b) 25 h c) 25 h	Gruppengröße 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In den Lehrveranstaltungen des Moduls *Georessourcen II* werden Vorkommen und Verfügbarkeit von Lagerstätten der „Steine und Erden“-Rohstoffe sowie ihre Verwendung und Veredelung in industriellen Prozessen zu modernen Technologie-Werkstoffen ebenso behandelt wie die der Geo-Energieträger (Kohlenwasserstoffe und Geothermie). In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul einen Einblick in Vorkommen, Bedarf und Verwendung dieser Rohstoffe, welche insbesondere für die Wahlpflichtmodule *Georessourcen I*, *Umweltgeochemie* und *Materialwissenschaften* sowie für die beruflichen Perspektiven im Bereich Geowissenschaften von Bedeutung ist.

Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- a) Die Studierenden kennen Vorkommen, Vorräte und Umweltbilanzen von Bau- und Industrierohstoffen (Steine, Kies und Erden) und können diese im Kontext bewerten.
- b) Die Studierenden können Stoffgruppen, Verarbeitungsprozesse und Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Bau- und Industrierohstoffe (Zement, Bindemittel, Keramik) wiedergeben sowie grundlegende technische Berechnungen zu Versuchsansätzen usw. durchführen.
- c) Die Studierenden können die aktuelle Bedeutung und das zukünftige Potential von fossilen und erneuerbaren Energieträgern einschätzen und Argumente der vielfältigen Diskussion zu diesem Themenbereich bewerten. Darüber hinaus gewinnen die Studierenden

etwas tiefere Einblicke in die Fragestellungen, wo die Geologie wesentlich zur Diskussion beitragen kann, speziell in neuere Methoden der Kohlenwasserstoffexploration und damit verbundene Umweltgefahren sowie in die Geothermie.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Die Lehrveranstaltung umfasst die folgenden Themenbereiche:
- Bildungsprozesse, Vorkommen und Gewinnung oberflächennaher mineralischer Massenrohstoffe (Sand, Kies, Natursteine, Zementrohstoffe, Gips, Ton und Tongesteine)
 - ökonomische Bedingungen der Rohstoffgewinnung
 - ökologische Folgen der Rohstoffgewinnung
 - Verwendung und Veredelung der Rohstoffe
 - zwei eintägige Exkursionen zu historischen und aktuellen Abbaugebieten
- b) Die Lehrveranstaltung umfasst die folgenden Themenbereiche:
- Einführung in Zemente und Bindemittel
 - keramische Materialien und deren Einsatzgebiete
 - Primärrohstoffe, Aufbereitungs-, Verarbeitungs- und Sintertechnologien
 - Syntheseverfahren und Charakterisierungsmethoden
 - Energie- und Umwelttechnik, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik
 - zwei eintägige Exkursionen zu industriellen Fertigungsbetrieben.
- c) Die Lehrveranstaltung umfasst die folgenden Themenbereiche:
- Energieverbrauch weltweit und in Deutschland
 - Fossile Ressourcen
 - Nutzung und Potential erneuerbarer Energieträger
 - Bildung von Kohlenwasserstoffen
 - Klassische und neue Methoden der Exploration und Förderung von Kohlenwasserstoffen
 - Potential und Grenzen der Nutzung geothermischer Energie

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial und audio-visueller Unterstützung, Geländeexkursionen
- b) Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial und audio-visueller Unterstützung mit anschließender Diskussion aller Beteiligten, Betriebsexkursionen
- c) Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial und audio-visueller Unterstützung mit Diskussion aller Beteiligten

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) über a), b) und c)

Teilnahmevoraussetzungen

Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

- a) Pohl, W.L. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe. Schweizerbart, Stuttgart, 527.
bzw. Pohl, W.L. (2011): Economic Geology. Principles and Practice. Wiley-Blackwell, Chichester, 680.
 - b) Henning, O., Kühl, A., Oelschläger, A. & Philipp, O. (1989): Technologie der Bindebaustoffe. Teil 1: Eigenschaften, Rohstoffe, Anwendung. Verlag für Bauwesen, Berlin, 224.

Locher, F.W. (2015): Zement. Grundlagen der Herstellung und Verwendung. Vbt Verlag Bau u. Technik, Düsseldorf, 540.

Salmang, H. & Scholze, H. (2007): Keramik. Springer, Berlin, 1065.

Stark, J. & Wicht, B. (2000): Zement und Kalk. Der Baustoff als Werkstoff. Birkhäuser-Verlag, Berlin/ Boston/ Basel, 376.
 - c) Gluyas, J. & Swarbrick, R. (2003): Petroleum Geoscience. Blackwell, Malden, MA, 376.

Stober, I. & Bucher, K. (2014): Geothermie. Springer, Berlin/Heidelberg, 302.
-

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.8 Geowissenschaftliche Analytik

Modulkoordinatorin Dr. H. Müller-Sigmund			Dozierende a) Dr. H. Müller-Sigmund und Personal der Mineralogie-Geochemie b) PD Dr. A. Danilewsky; Prof. Dr. M. Fiederle c) PD Dr. A. Danilewsky		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Gesamtgesteins- und Mikroanalytik b) Röntgenographische Untersuchungsmethoden c) Realstruktur der Kristalle			Kontaktzeit a) 1 SWS / 15 h b) 3 SWS / 45 h c) 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 15 h b) 45 h c) 15 h	Gruppengröße 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul *Geowissenschaftliche Analytik* die notwendigen Kompetenzen für die Durchführung einer Bachelor-Arbeit im Bereich Mineralogie-Petrologie, Geochemie und Materialwissenschaften, sowie für einen entsprechenden beruflichen Schwerpunkt in diesen Bereichen. Das Modul sollte ferner gewählt werden, wenn beabsichtigt wird, sich für einen der konsekutiven Masterstudiengänge *Geology*, *Profillinie Geomaterials and Processes*, oder *Sustainable Materials*, *Profillinie Crystalline Materials*, zu bewerben.

Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- Die Studierenden kennen die apparativen und präparativen Grundlagen der Röntgenfluoreszenz-Analytik und der Elektronenstrahl-Mikroanalytik und können die analytischen Ergebnisse bewerten, auswerten und interpretieren. Sie können entscheiden, welche der zur Verfügung stehenden analytischen Methoden für eine gegebene Fragestellung geeignet ist.
- Die Studierenden sind befähigt, mit Hilfe verschiedener röntgenographischer Methoden Kristalle hinsichtlich ihrer atomaren Struktur zu charakterisieren. Sie setzen die Einkristall- und Pulvermethode ein. Die Wechselwirkungen der Röntgenstrahlung mit dem Kristallgitter sind den Studierenden vertraut.

- c) Die Studierenden kennen das Prinzip grundlegender Kristallbaufehler wie Fehlstellen, Stufen- oder Schraubenversetzungen, oder Stapelfehler und sind in der Lage, selbige mit verschiedenen Nachweismethoden theoretisch nachzuweisen. Damit erfassen die Studierenden skalenübergreifend die dreidimensionalen Deformationsvorgänge global von der Gebirgsbildung über mesoskopische Mineralumwandlungen bis in die atomare Größenordnung der Gitterdefekte.

Lehrinhalte des Moduls

- a) In diesem Kurs werden die Gesamtgesteinsanalytik mittels Röntgenfluoreszenz und ergänzenden Untersuchungen sowie die Elektronenstrahl-Mikroanalytik vorgestellt, soweit im Rahmen der Gruppengröße möglich, praktische Übungen an den Geräten durchgeführt und die erforderlichen Methoden zur Bewertung, Verarbeitung und Interpretation der Daten zur Elementanalyse erläutert und geübt.
- b) In diesem Kurs werden die Grundlagen sowie die ganze Bandbreite der röntgenographischen Untersuchungsmethoden vorgestellt. Die verschiedenen Analysemethoden mit Röntgenstrahlen werden erläutert. Zu ihnen gehören beispielsweise die Einkristallmethode (Laue-Methode, Präzessions-, Diffraktometerverfahren) und die Pulvermethode, bei der jeweils ein Pulver oder ein Einkristall mit Röntgenstrahlen beschossen werden. Beide Methoden dienen der Entschlüsselung der Kristallstruktur und zur Phasenanalyse. Die Entstehung von Röntgenreflexen durch Beugung wird besprochen, Diffraktogramme werden berechnet und ausgewertet.
- c) Die Struktur der Kristalle wird meist als Idealstruktur beschrieben, in der alle Punktlagen mathematisch exakt mit den richtigen Atomen besetzt sind und keinerlei Störungen auftreten. In realen Mineralen oder auch gezüchteten Kristallen sind jedoch viele Baufehler vorhanden, die die physikalischen Eigenschaften erheblich beeinflussen. Diese Baufehler werden geordnet nach ihrer Dimension besprochen: Punktdefekte, Versetzungen, Stapelfehler und Korngrenzen ebenso wie Präzipitate oder Einschlüsse, immer auch mit Bezug auf die Auswirkungen auf die Kristalleigenschaften. Vorgestellt werden die wichtigsten Methoden zur Untersuchung der Realstruktur.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit audio-visueller Unterstützung und Möglichkeit zur Diskussion, Laborbesuche, angeleitete Rechenübungen, z.T. als Hausaufgabe.
- b) Vorlesung mit dreidimensionalem Anschauungsmaterial, audio-visueller Präsentation, Laborbesuche verschiedener Röntgenanlagen und Möglichkeit zur Diskussion. Dazu begleitende Übung zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes, Erarbeitung von theoretischen Übungsaufgaben als Hausaufgabe mit anschließender Gruppenbesprechung.

-
- c) Vorlesung mit audio-visuellen Bestandteilen, multimedialen, dreidimensionalen Anschauungsmaterialien und anschließender Diskussion.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) + b) Teilnahme, Übungsaufgaben; c) Teilnahme

Prüfungsleistung: Modulabschlussprüfung (Klausur) über a) und b) am Ende der Lehrveranstaltung

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

Alle Pflichtmodule in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

- a) Heinrichs, H. & Herrmann, A. (1990): Praktikum der analytischen Geochemie. Springer, Berlin, 669.
- Gill, R. (Ed.) (1997): Modern Analytical Geochemistry: An Introduction to Quantitative Chemical Analysis for Earth, Environmental and Material Scientists. Routledge, New York, 344.
- Reed, S. (2005): Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology. Cambridge University Press, Cambridge, 192.
- b) Krischner, H. (1994). Röntgenstrukturanalyse und Rietveldmethode: eine Einführung. Vieweg, Braunschweig, 194.
- c) Bohm, J. (1995): Realstruktur von Kristallen. Schweizerbart, Stuttgart, 442.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.9 Struktur und Morphologie von Orogenen

Modulkoordinator Dr. M. Poelchau			Dozierende a) Prof. Dr. T. Kenkmann, Dr. M. Poelchau b) Prof. Dr. S Hergarten		
Modulart WP	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Orogene Prozesse b) Tektonische Geomorphologie			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 60 h b) 45 h	Gruppengröße a) 40 (VL), 20 (Ü) b) 40

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Das Verständnis von Prozessen und Erscheinungsformen von Gebirgen gehört zu den Kernkompetenzen ausgebildeter Geowissenschaftler und ist eines der aktuellen Forschungsgebiete der Geowissenschaften. In diesem Modul wird das Verständnis großskaliger geologischer Prozesse vertieft und erweitert. Neben Einblicken in mögliche Forschungsthemen vermittelt das Modul methodische Kompetenzen, welche z.B. in der Rohstoffexploration Anwendung finden. Darüber hinaus werden die Durchführung und Auswertung von Labor- bzw. Analogexperimenten sowie der Umgang mit Datensätzen (z.B. digitale Höhenmodelle) geübt. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

- Die Studierenden können bruchhafte Verformungen in Falten- und Überschiebungsgürteln oberkrustaler Gebirgsstockwerke analysieren. Sie können zweidimensionale bilanzierbare geologische Profile konstruieren, diese widerspruchsfrei abwickeln und Verkürzungen berechnen. Sie nutzen die Methoden der Analogmodellierung, um die Kinematik von Gebirgen zu verstehen und wenden hierbei die *Critical Taper* Theorie an. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, verschiedene Gebirgstypen zu unterscheiden und kennen die Grundzüge des Aufbaus einiger Orogen wie den Alpen und des Himalaya.
- Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage, morphometrische Parameter von Flussprofilen aus digitalen Höhenmodellen abzuleiten und in Bezug auf die Prozesse der Gebirgsbildung zu interpretieren.

Lehrinhalte des Moduls

- Zunächst werden die grundlegenden Charakteristika verschiedener Orogene der Erde

vorgestellt. Einige Fallbeispiele wie z.B. die Alpen und das Himalaya-Gebirge werden mit größerem Detailgrad behandelt. Die geologische Profilkonstruktion ist eine wichtige Methode, um die Struktur von Orogenen zu erfassen. Es werden die Grundlagen der zweidimensionalen Profilkonstruktion erarbeitet. Unter bestimmten Voraussetzungen ist die tektonische Deformation geometrisch widerspruchsfrei und geologisch realistisch rückformbar und damit die Verkürzung der Erdkruste in Gebirge quantifizierbar. Durch praktische Übungen erlernen die Studierenden, die Grundzüge der Profilbilanzierung kennen. Um Einblicke in die Kinematik und Dynamik von Orogenen zu bekommen, werden die „Critical Taper-Theorie“ behandelt und Grundzüge der Analogmodellierung vorgestellt. Im Tektoniklabor des Instituts führen die Studierenden Experimente mit verschiedenen Analogmaterialien durch, um die Kinematik orogener Keile zu verstehen.

- b) Schwerpunkt der Lehrveranstaltung sind die Konzepte und Gesetzmäßigkeiten der fluvialen Geomorphologie. Nach der Einführung grundlegender Begriffe werden die bekannten empirischen Zusammenhänge und deren physikalischer Hintergrund diskutiert. Hieraus werden die etablierten Modelle (Differentialgleichungen) für fluviale Erosion und wesentlichen Eigenschaften stationärer Flussprofile in verschiedenen fluvialen Regimes (erosions- und transportlimitiert) abgeleitet. Darauf aufbauend wird der Einfluss räumlicher Inhomogenität und zeitlich veränderlicher tektonischer Bedingungen untersucht, was den Bezug zur aktuellen Forschung darstellt. Die einzelnen Schritte werden mit Hilfe von Hausaufgaben verdeutlicht und eingeübt.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit audiovisuellen Komponenten. Besprechung praktischer Fallbeispiele, Durchführung von Experimenten
b) Vorlesung mit Diskussion und Anleitung zur Lösung der Hausaufgaben

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme (a+b), Durchführung von Experimenten in Kleingruppen (a)

Prüfungsleistung: Portfolio-Prüfung: Aus Hausaufgaben (a+b), einem schriftlichen Bericht über die durchgeführten Experimente (a), einer mündlichen Präsentation (a) und einem schriftlichen Abschlusstest (a+b) wird nach einer zu Beginn des Moduls bekannt gegebenen Gewichtung die Modulnote errechnet.

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

Endogene Geologie; Strukturgeologie und Tektonik; Modellierung und Datenanalyse

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

a) Woodward, N.B., Boyer, S.E. & Suppe, J. (1989): Balanced Geological Cross-Sections: An essential technique in geological research and exploration. Balanced Geological Cross-sections: An Essential Technique In Geological Research & Exploration. American Geophysical Union, Washington, D.C., 132.

Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1987): The Techniques of Modern Structural Geology. Folds and Fractures. Academic Press, London, 391.

Frisch, W., Meschede, M. & Blakey, R.C. (2011): Plate Tectonics. Continental Drift and Mountain Building. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 212.

Fossen, H. (2016): Structural Geology. Cambridge University Press, Cambridge, 510.

Pfiffner, O.A. (2014): Geology of the Alps. Wiley Blackwell, Chichester, 376.

b) Burbank, D.W. & Anderson, R.S. (2012): Tectonic Geomorphology. Wiley Blackwell, Chichester/Oxford, 273.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.10 Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften

Modulkoordinator Prof. Dr. T. Kenkmann			Dozierende Verschiedene Dozierende		
Modulart WP	Workload 90 h	Credits 3 ECTS	Studiensemester 3.-6. Sem.	Turnus Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).	Dauer variabel
Lehrveranstaltung Natur- und Umweltwissenschaften (Aus dem Lehrangebot der Chemie, Mathematik, Physik, Biologie, Geographie, Hydrologie, Meteorologie und Bodenkunde sind Lehrveranstaltungen nach eigener Wahl zu belegen. Siehe Beispiele auf den folgenden Seiten.)			Kontaktzeit Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).	Selbststudium dito	Gruppengröße dito

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Hinsichtlich des Gesamtprofils des Studiengangs stellt dieses Modul für die Studierenden eine Möglichkeit dar, eigenständig Kurse zu wählen, die ihren Interessengebieten entsprechen. Dabei können sie bereits vorhandenes Wissen in bestimmten Bereichen vertiefen oder neue Erkenntnisse in von ihnen gewählten Gebieten gewinnen. Dieses Modul trägt somit dazu bei, individuelle Kompetenzen im Bachelorstudium zu erwerben, welche beispielsweise bei der Erstellung der Bachelorarbeit oder der Wahl eines anschließenden Masterstudiums von Bedeutung sind.

Lehrinhalte des Moduls

Die Studierenden gewinnen je nach Wahl vertiefte Kenntnisse in den Bereichen **Chemie** (z.B. Anorganische Chemie (z.B. Metalle, Nichtmetalle); Physikalische Chemie; Spezialvorlesungen zu verschiedenen Themen (z.B. Pigmente, Silikatchemie)), **Mathematik** (z.B. Mathematik II), **Geographie/Umweltwissenschaften** (z.B. Geomorphologie; Biogeographie; planetare und terrestrische Fernerkundung; Geoinformationssysteme; Klimageographie; Klima & Wasser; Landschaftszonen; Bodenkunde; Hydrologie), **Physik** (z.B. Grundlagen der Physik, Stoßwellenphysik) und **Biologie** (z.B. Zellbiologie; Genetik; Molekularbiologie; Botanik).

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

je nach Kurswahl variabel

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme, je nach Wahl des/der Kurse(s) weitere Studienleistungen

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).

Grundlagenliteratur

Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Beispiele zum Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften

Dozierende

- a) Dr. G. Wulf
- b) Dr. F. Schäfer
- c) Dr. F. Schäfer

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	a) 90 h b) 90 h c) 90 h	a) 3 ECTS b) 3 ECTS c) 2 ECTS	a) 4. Sem. b) 3. + 5. Sem. c) 4. + 6. Sem.	(Kurse werden z.T. nicht in jedem Semester angeboten) a) SoSe b) WiSe c) SoSe	a) 1 Semester oder Blockkurs b) 1 Semester c) 1 Semester oder Blockkurs

Lehrveranstaltung	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Fernerkundung	a) 2 SWS / 30 h	a) 60 h	a) 25
b) Shock Waves in Rocks I (ggf. in englischer Sprache)	b) 2 SWS / 30 h	b) 60 h	b) 30
c) Shock Waves in Rocks II (ggf. in englischer Sprache)	c) 2 SWS / 30 h	c) 30 h	c) 30

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

- a) Die Studierenden können elementar mit Fernerkundungsdaten umgehen und diese mit geeigneter Software (ArcGIS) nutzen.
- b) Collisions of planetary bodies are amongst the most fundamental processes in solar system. During such impact processes, the materials of the involved bodies are subject to extreme dynamical loads that are always associated with the generation and propagation of shock waves. The Lecture “Shock Waves in Rocks I” aims at teaching the fundamentals of shock wave physics, the applications of shock waves, and the mathematical description of shock waves in one dimension. To this purpose, the conservation equations for shock wave physics are derived from first principles and the concept of equation of state for solids is explained. The shock wave theory shall be used for computing the pressure levels reached during crater formation. The second goal of this lecture is to provide an overview of the experimental methods that are used to investigate the material behaviour under shock loads. Here, methods are discussed that are used for generation of Hugoniot data in the laboratory as well as accelerator technology for performing cratering research in the lab at small scales.
- c) As a consequence of the shock wave propagation, the material undergoes a transient and irreversible change in its physical state, leading to shock compression and thermodynamic heating of the material. At a later stage of the impact process, the material is released again from the shock state. The Lecture “Shock Waves in Rocks II” aims at teaching the thermodynamic processes during impact and aims at computing the thermodynamic state of materials after release from the shock state.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Die Qualität, Auflösung und Verfügbarkeit von Fernerkundungsdaten der Erdoberfläche hat insbesondere in den letzten Jahren erheblich zugenommen und ermöglicht eine Vielzahl geologischer und geomorphologischer Analysen. Dabei zeigen die Einsatzmöglichkeiten von Fernerkundungsdaten einen starken interdisziplinären Charakter und verbinden unterschiedlichste Fachrichtungen (z.B. Meteorologie und Klimatologie, Geologie, Kartografie, Hydrologie und Forstwesen). Kern der Veranstaltung

sind die Vermittlung grundlegender Begriffe der Fernerkundung und das Erlernen von elementaren Fähigkeiten, um entsprechende Daten zu nutzen und zu analysieren. Die geologische Interpretation der Erdoberfläche und der Gebrauch geeigneter Softwarepakete (ArcGIS) stehen dabei im Vordergrund.

- b) The lecture starts with an introduction into shock waves, where they occur, and what they are applied for. A mathematical description of shock waves in one dimension is then given, starting from first principles. Also, the concept of equation of state for solids is introduced, and how to use them for shock wave computations. The lecture includes a number of exercises, also including computations with spreadsheets.
- c) The lecture starts with an introduction in to thermodynamic theory. Then, the principles of the shock- and release processes are taught, followed by computations of the thermodynamic heating of materials following a shockwave passage. The lecture includes a number of exercises, using spreadsheets.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit praxisorientierten Beispielen und interaktiver Gruppendiskussion
- b) Alternating lectures and exercises
- c) Workshop: alternating lectures and exercises

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme, Abgabe eines ArcGIS-Projekts; b) Teilnahme, schriftlicher Test; c) Teilnahme, schriftlicher Test

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

- a) Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und naturwissenschaftlichen Grundlagen
- b) Frühestens im 3. B.Sc. Semester
- c) Frühestens im 4. B.Sc. Semester

Verwendung des Moduls

Grundlagenliteratur

- a) Lange, N. (2006): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Springer, Heidelberg, 460.
- Kappas, M. (1994): Fernerkundung nah gebracht, Leitfaden für Geowissenschaftler.

Dümmler, Bonn, 207.

b) Melosh, H.J. (1989): Impact cratering. A geologic process. Oxford University Press, New York, 245.

French, B.M. (1998): Traces of catastrophe. A handbook of shock-metamorphic effects in terrestrial meteorite impact structures. LPI-Contribution, Houston, Texas, 120.

Hiermaier, S.J. (2008): Structures under crash and impact: continuum mechanics, discretization and experimental characterization. Springer, New York, 410.

Kenkmann, T. (2009): Asteroid and Comet Impacts throughout Earth's history. Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 37, 293-318.

c) wie b)

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

4. Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)

4.1 Berufsfeldorientierte Kompetenzen I					
Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer			Dozierende a) Dr. H. Ulmer b) PD Dr. U. Leppig		
Modulart P	Workload 150 h	Credits a) 3 ECTS b) 2 ECTS	Studiensemester 2. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) EDV-Methoden in den Geowissenschaften b) Geowissenschaftliches Seminar I			Kontaktzeit a) 3 SWS / 45 h b) 2 SWS / 30 h	Selbststudium a) 90 h b) 30 h	Gruppengröße a) 16 b) 25

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Im Kurs EDV-Methoden in den Geowissenschaften werden unter anderem die Online-Literaturrecherche in Datenbanken, das korrekte Zitieren von wissenschaftlicher Literatur mit Hilfe von Literaturverwaltungsprogrammen und die Gestaltung von interaktiven Präsentationen am Computer geübt. Diese Methoden werden im Seminar I zu unterschiedlichen geowissenschaftlichen Themen praktisch angewendet und die Ergebnisse kritisch diskutiert. In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt das Modul Kompetenzen im Umgang mit Medien und übt die Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse. Diese Kompetenzen sind im weiteren Studienverlauf (Seminar II, Bachelorarbeit) Voraussetzung für erfolgreiches wissenschaftliches Arbeiten.

Die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls sind:

- Die Studierenden können Standardprogramme zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Präsentationserstellung anwenden. Sie beherrschen die grundlegenden Konzepte der Datenbankrecherche. Sie analysieren Datensätze mit Hilfe geowissenschaftlicher Software und veranschaulichen ihre Arbeitsergebnisse unter Verwendung von Zeichenprogrammen. Sie variieren die Eingabeparameter von Modellierungsprogrammen und untersuchen deren Einfluss auf das Gesamtergebnis.
- Die Studierenden bearbeiten ein selbst gewähltes geowissenschaftliches Thema, arbeiten einen 20 minütigen Vortrag zu diesem Thema aus und erstellen eine Kurzfassung (dabei setzen sie die unter a) erworbenen Kompetenzen ein. Die Studierenden können ihre Ergebnisse vor einer Gruppe in anschaulicher Form präsentieren und sich in freier Rede

üben.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Der Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung besitzt in den Freiburger Geowissenschaften eine lange Tradition. Forschung und Lehre sind praxisnah und finden ihre Anwendung in der Modellierung und Simulation geologischer Prozesse (z.B. von Krustendeformationen). Der Kurs besteht aus praktischen Übungen am Computer. Neben weit verbreiteten Standardprogrammen (Datenbankrecherche, Literaturverwaltung, Tabellenkalkulation, Präsentation) wird auch der Umgang mit spezieller geowissenschaftlicher Software zur Oberflächendarstellung und Grundwassermodellierung vermittelt. Die unterschiedlichen Einsatz- und Bearbeitungsmöglichkeiten von Vektor- und Pixelgrafiken werden an geowissenschaftlichen Beispielen verdeutlicht.
- b) Dieses Seminar dient als Training zur eigenständigen Rezeption, Analyse und Integration geowissenschaftlicher Themen. Zur Ausarbeitung stehen sehr unterschiedliche Thematiken zur Auswahl, wie beispielsweise „Meeresspiegelschwankungen in der Erdgeschichte“, „Massenaussterben“ und „Konzepte zur Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle“. Bei der umfangreichen Literaturrecherche gilt es sich auch mit englischsprachiger Fachliteratur auseinanderzusetzen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) praktische Übungen am Computer, Tandembildung
- b) wissenschaftliches Seminar mit max. 25 Teilnehmenden, Aufbereitung und Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen mit anschließender Diskussion, Feedback-Training

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme, Übungsaufgaben; b) Teilnahme, Vortrag + Abstract

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

4.2 Berufsfeldorientierte Kompetenzen II

Modulkoordinatorin Dr. H. Ulmer			Dozierende a) Die Dozierenden der Geowissenschaften (Koordination: Dr. J. Wilk) b) Dr. H. Ulmer		
Modulart P	Workload 150 h	Credits 5 ECTS	Studiensemester 5. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung a) Geowissenschaftliches Seminar II b) GIS-Anwendungen in den Geowissenschaften			Kontaktzeit a) 1,5 SWS / 22 h b) 3 SWS / 45 h	Selbststudium a) 38 h b) 45 h	Gruppengröße a) 40 b) 16

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Dieses Modul vertieft die Kompetenzen im Umgang mit Medien und erweitert das Spektrum der zur Verfügung stehenden Präsentationsmittel. Im Hinblick auf die Bachelorarbeit sind die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Literaturrecherche und das verstehende, aber auch kritische Lesen von Fachliteratur sowie die angemessene Wiedergabe von Kernaussagen zu einem vorgegebenen Thema unbedingt erforderlich. Bei der Anfertigung der Bachelorarbeiten und geologischen Kartierungen werden Geoinformationssysteme zunehmend eingesetzt. Im Kurs GIS-Anwendungen in den Geowissenschaften wird neben der praktischen Anwendung von Geoinformationssystemen am Computer auch gezeigt, welche Darstellungsmöglichkeiten GIS-Systeme im Hinblick auf die Erstellung von Berichten und Präsentationen bieten. Diese Möglichkeiten können im Seminar II bei den Präsentationen zusätzlich zu den in BOK I erworbenen Kompetenzen eingesetzt werden. Im Folgenden sind die einzelnen Qualifikations- und Kompetenzziele des Moduls spezifiziert:

- a) Die Studierenden recherchieren in Literaturdatenbanken zu vorgegebenen, speziellen geowissenschaftlichen Themen. Sie bereiten komplexe Inhalte anschaulich auf und formulieren eine Kurzfassung (Abstract). Sie tragen ihre Ergebnisse in freier Rede vor und können in der anschließenden Diskussion ihre Argumente begründen.
- b) Die Studierenden können definieren, was ein Geoinformationssystem ist und leisten kann. Sie setzen ein GIS in praxisnahen Beispielen ein und setzen sich kritisch mit den Ergebnissen auseinander.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Ausarbeiten eines Vortrags zu einem geowissenschaftlichen Thema mit schriftlicher

Kurzfassung (Abstract), mündlicher Vortrag mit audio-visueller Unterstützung und anschließender Diskussionsrunde, aktive Teilnahme an allen Vorträgen des Seminars.

- b) Mit Hilfe von Geoinformationssystemen (GIS) kann eine Vielzahl von raumbezogenen Daten erfasst, verwaltet und analysiert werden. In vielen Arbeitsbereichen wird die raumbezogene Analyse von Daten routinemäßig eingesetzt (z.B. Rohstoffexploration, Erstellung von Flächennutzungsplänen). Der Kurs fördert das allgemeine Verständnis von GIS-Systemen und verdeutlicht die Einsatzmöglichkeiten.
-

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) wissenschaftliches Seminar mit max. 40 Teilnehmenden, selbständige Literaturrecherche und Aufbereitung eines wissenschaftlichen Themas mit persönlicher Feedback-Option durch die betreuenden Dozenten, Verfassen einer formatentsprechenden Kurzfassung, 10-15 minütige Präsentation der wissenschaftlichen Ergebnisse mit anschließender Diskussion, Feedback-Training
- b) praktische Übungen am Computer, Advanced Organizer, Hilfe zur Selbsthilfe
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: a) Teilnahme, Vortrag + Abstract; b) Teilnahme, Übungsaufgaben

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

- a) Geowissenschaftliches Seminar I; grundlegende Kenntnisse in dem gewählten Gebiet
- b) EDV-Methoden in den Geowissenschaften
-

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Grundlagenliteratur

- a) wissenschaftliche Literatur zum jeweiligen Vortragsthema
- b) Clemmer, G. (2010): The GIS 20: essential skills. ESRI Press, New York, 140.
-

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

4.3 Externe Berufsfeldorientierte Kompetenzen

Dozierende

Verschiedene Dozenten (ZfS)

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	300 h	10 ECTS	3., 4., 5. und 6. Sem.	siehe ZfS	4 Semester
Lehrveranstaltung BOK-Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Zentrums für Schlüsselqualifikationen (ZfS)			Kontaktzeit siehe ZfS (z.B. 150 h)	Selbststudium siehe ZfS (z.B. 150 h)	Gruppengröße siehe ZfS

Abkürzungen: P – Pflichtmodul, WP – Wahlpflichtmodul, SWS – Semesterwochenstunden, WiSe – Wintersemester, SoSe – Sommersemester, VL – Vorlesung, Ü – Übung

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs können in diesem Modul je nach persönlichen beruflichen Wünschen und Zielen individuelle Kompetenzen erworben werden. Durch Auswahl spezifischer Kurse können eigene Stärken ausgebaut oder Schwächen gezielt abgebaut werden.

Lehrinhalte des Moduls

Verschiedene Lehrinhalte (aus über 200 Veranstaltungen) aus den Bereichen: Management, Kommunikation, Medien, EDV, Fremdsprachen. Zudem besteht die Möglichkeit in einem Praktikum Einblicke in den Berufsalltag eines/r Geowissenschaftlers/in zu erhalten. Die zur Verfügung stehenden Lehrveranstaltungen können unter <https://www.zfs.uni-freiburg.de/de> abgerufen werden.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Variable je nach Kurs

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Variable je nach Kurs

Prüfungsleistung: ---

Teilnahmevoraussetzungen

Variable je nach Kurs. Bei Vertiefung von Fremdsprachen: Einstufungstest.

Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen

Variable je nach Kurs

Grundlagenliteratur

Variable je nach Kurs

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php> bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
