



Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Modulhandbuch

B.Sc. Geowissenschaften

(Prüfungsordnung 2012)



Freiburg, den 03.10.2016

Ältere Versionen des Modulhandbuchs sind im Archiv zu finden

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Informationen	4
1.1 Geowissenschaften heute	4
1.2 Der Arbeitsmarkt für Geowissenschaftler/innen	4
1.3 Voraussetzungen für das Studium.....	6
1.4 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Exzellente Forschung, Lehre und Ambiente.....	7
1.5 Wie ist der Bachelor-Studiengang Geowissenschaften in Freiburg aufgebaut?	8
1.6 Studieninhalte Bachelor of Science Geowissenschaften.....	12
1.6.1 Bereich Geowissenschaften/ Pflichtmodule: Tabelle 1.....	12
1.6.2 Bereich Geowissenschaften/ Wahlpflichtmodule: Tabelle 2	13
1.6.3 Bereich Naturwissenschaftliche Grundlagen / Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule: Tabelle 3.....	14
1.6.4 Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK-Module): Tabelle 4	14
1.7 Beratung und Anlaufstellen.....	15
2. Pflichtmodule (P)	17
2.1 Kristalle – Minerale - Gesteine I	17
2.2 Prozesse der Erde: Endogene Geologie.....	18
2.3 Kristalle – Minerale - Gesteine II	19
2.4 Prozesse der Erde: Exogene Geologie	20
2.5 Karten - Gelände - Labor	21
2.6 Exkursionen und Kartierkurs I	22
2.7 Sedimentäre Geologie und Paläontologie.....	23
2.8 Mineralogie und Geochemie	24
2.9 Energie und Georessourcen	25
2.10 Strukturgeologie und Tektonik.....	26
2.11 Exkursionen und Kartierkurs II	27

2.12 Geophysikalische und geochemische Methoden	28
2.13 Exkursionen	31
2.14 Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften.....	33
2.15 Allgemeine und Anorganische Chemie.....	34
2.16 Einführung in die Physik mit Experimenten	35
2.17 Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie	36
2.18 Physikalisches Praktikum.....	37
2.19 Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften	38
3. Wahlpflichtmodule (WP).....	43
3.1 Kristallingeologie	43
3.2 Oberflächennahe Prozesse.....	47
3.3 Wasser	50
3.4 Raum und Zeit	54
3.5 Umwelt.....	57
3.6 Materialwissenschaften	60
4. Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)	64
4.1 Berufsfeldorientierte Kompetenzen I.....	64
4.2 Berufsfeldorientierte Kompetenzen II.....	65
4.3 Externe Berufsfeldorientierte Kompetenzen	67

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. Der Studiengang wurde 2012 akkreditiert. Mit diesem Studiengang bietet sich die Möglichkeit eines bundes- und weltweiten Hochschulwechsels oder Austausch. Das vorliegende Modulhandbuch enthält allgemeine Informationen über die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg als Studienort 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. Heute werden zusätzlich die geologischen Prozesse, die auf anderen planetaren Körper des Sonnensystems stattfinden, mit in das Fachspektrum einbezogen (planetare Geologie). Die 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 neuen Bachelor- und Masterstudiengänge lösen die früheren Fachgrenzen in den Geowissenschaften auf. Dies spiegelt die Entwicklung der Geowissenschaften zu einer interdisziplinären Zukunftswissenschaft wider.

1.2 Der Arbeitsmarkt für Geowissenschaftler/innen

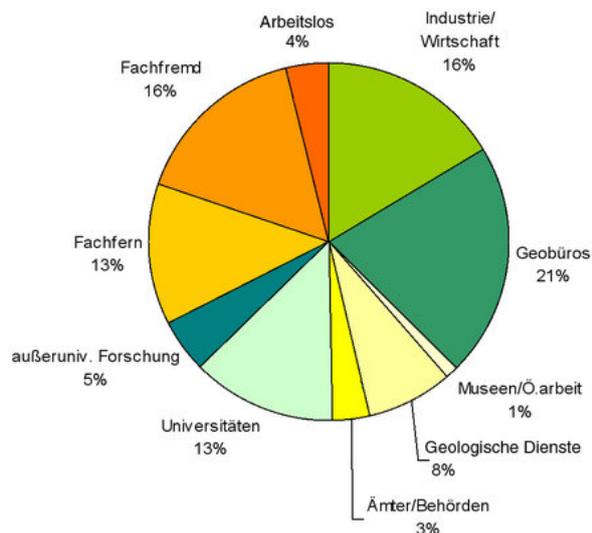
Die Geowissenschaften leisten wesentliche und gesellschaftlich überaus relevante Beiträge bei der Sicherung von Energie- und Rohstoffquellen, der Versorgung mit Grundwasser, der Sanierung und Deponierung von Altlasten, dem Tief- und Felsbau, in der Vorhersage und dem Monitoring von Naturkatastrophen, 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)
- Energie-Wirtschaft (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 vertiefen ihre Ausbildung in einem aufbauenden Masterstudiengang. An der Universität Freiburg werden zwei konsekutive englischsprachige Masterstudiengänge angeboten: Der Masterstudiengang *Geology* mit den Schwerpunkten *General Geology* oder *Geochemistry*

sowie die Profillinie *Crystalline Materials* im interdisziplinären und interfakultären Masterstudiengang *Sustainable Materials*. Ab WS 2016/17 wird im Masterstudiengang *Geology* eine Vertiefung in den Bereichen *Geomaterials and Processes*, *Rockmechanics and Geodynamics* sowie *Geohazards* möglich sein.



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 (Quelle: Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler (BDG) e.V., 2007).

Nach Auskunft der Deutschen Geokommission (http://www.sk-zag.de/12.5_Der_geowissenschaftliche_Nachwuchs.html) 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 Chancen 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. In den Erdwissenschaften hat sich ein Paradigmenwechsel vollzogen: die isolierte Betrachtung des Systems Erde hat einer planetaren Sichtweise Platz gemacht, in der die Erde als Produkt ihrer Randbedingungen und Wechselwirkungen sowohl auf globaler Ebene als auch auf Nanoskala verstanden wird. Satelliten-gestützte Geoforschung und planetare Geologie, die durch die rasant wachsende Anzahl an Raumfahrtmissionen möglich geworden sind, liefern derzeit wichtige neue Impulse in den Geowissenschaften, ebenso wie die Entwicklung neuer experimentell-analytischer Methoden, welche die Erforschung von Geomaterialien und ihre, für ein nachhaltiges Lebensraummanagement bedeutenden Interaktion mit antropogenen Medien, möglich machen. 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/innen 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/innen (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 Profil 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 war zum WS 2015/16 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 beiden 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 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Exzellente Forschung, Lehre und Ambiente

Freiburg im Breisgau ist mit rund 220.000 Einwohnern die viertgrößte Stadt in Baden-Württemberg und südlichste Großstadt Deutschlands. Die Stadt gilt als Tor zum Schwarzwald und ist für ihr sonniges, warmes Klima und den guten Wein der nahen Kaiserstuhl-Region bekannt. Freiburg genießt aufgrund seiner bevorzugten Lage, dem Stadtbild, und seinem Status als „*green city*“ einen bundesweit exzellenten Ruf. Konzerthaus, Theater und die zahlreichen Festivals sind Garanten für ein jährlich sehr umfangreiches und diverses Kulturprogramm. Die Universität mit ihren 25.000 Studierenden prägt nachhaltig das Leben der Stadt. So finden sich rund um die Universität viele gut besuchte Cafés und Kneipen. Das Institut für Geowissenschaften befindet sich zentrumsnah auf dem nördlich der Innenstadt gelegenen naturwissenschaftlichen Campus. Die Universität ist nicht nur wegen der vielen Studierenden für die Stadt von Bedeutung, sie ist mit ihren circa 13.000 Arbeitsplätzen einer der wichtigsten Arbeitgeber in Südbaden. Neben dem Freizeitwert von Stadt und Umgebung sowie der Nähe zum Elsass und der Schweiz ist es vor allem die wissenschaftliche Vielfalt, die viele Studierende an die Freiburger Alma Mater zieht. Die Universität ist nicht die einzige Forschungseinrichtung in Freiburg. Angewandte Forschung wird beispielsweise in fünf Instituten der Fraunhofer Gesellschaft in Freiburg betrieben. Neben der Universität bieten die Staatliche Hochschule für Musik, die Pädagogische Hochschule und eine katholische sowie eine evangelische Hochschule ihre Dienste in Forschung und Lehre an.

Die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg wurde 1457 gegründet und ist eine der traditionsreichsten Spitzenuniversitäten in Deutschland. Als eine der wenigen echten Volluniversitäten in Europa verfügt die Universität Freiburg über ein bundesweit einzigartiges Fächerspektrum. Dieses umfasst sowohl die klassischen Fächer aus den Bereichen Medizin, Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften als auch neu etablierte Fächer aus den Bereichen Technik und Umweltwissenschaften. Diese Ausrichtung der Universität Freiburg spiegelt sich nicht allein in dem umfassenden Studienangebot der elf Fakultäten wider, sondern kommt in der das Leitbild der Universität maßgebend prägenden Idee einer „Neuen Universitas“ zum Ausdruck, nach der die interdisziplinäre Zusammenarbeit der unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen im Bereich Forschung und Lehre durch innovative Konzepte und Strukturen verfolgt wird. Dies wird u.a. dokumentiert durch interdisziplinär angelegte Studiengänge, die 18 etablierten wissenschaftlichen Zentren und

das *Freiburg Institute for Advanced Studies* (FRIAS), welches Forschungskollegs der Geistes-, Natur- und Ingenieurwissenschaften unter einem Dach vereint.

Das Renommee der Universität Freiburg in Forschung und Lehre ist seit Jahren durch die erzielten Erfolge belegt. Für ihre hervorragenden Leistungen in Forschung und Lehre werden ihre Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen ausgezeichnet, in nationalen und internationalen Wettbewerben und Rankings belegt die Universität Freiburg regelmäßig Spitzenpositionen. So gehörte die Universität Freiburg von 2007 bis 2012 zu den bundesweit nur neun Universitäten, die in der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Förderung der Spitzenforschung in Deutschland in allen Förderlinien (Exzellenzcluster, Graduiertenschulen, Zukunftskonzept) ausgezeichnet wurde und erreichte damit die höchste Förderstufe. In dem vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und der Kultusministerkonferenz ausgeschriebenen Wettbewerb „*Exzellente Lehre*“ war die Universität Freiburg mit dem Wettbewerbsbeitrag „*Freiräume für das Studium – Windows for Higher Education*“ als eine von bundesweit sechs Hochschulen erfolgreich. Das ausgezeichnete Lehrentwicklungskonzept zielt insbesondere darauf ab, zum einen Freiräume für die Studierenden in ihrer eigenen individuellen Studiengestaltung zu schaffen, zum anderen die (Weiter-)Entwicklung von Konzepten im Bereich Lehre durch die Lehrenden mittels gezielter Maßnahmen und zentral angebotener Systeme zum disziplinübergreifenden Informations- und Wissensaustausch zu fördern. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der verschiedenen Fakultäten wurden mit renommierten Preisen in Forschung (z.B. Leibnizpreis, Nobelpreis) und Lehre (z.B. Landeslehrpreis des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg) ausgezeichnet. 2012 wurde der Universitätslehrpreis sowie der Landeslehrpreis Baden-Württemberg an Prof. Dr. Thomas Kenkmann vom Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften für das Projekt „*Screening Earth – A Student (Re)search Project*“ des Masterstudiengangs Geology verliehen. Dieses Projekt ist Ausdruck der innovativen Lehrkonzepte, die am Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften in die Praxis umgesetzt werden. In Rankings wie dem seit 1998 jährlich veröffentlichten Hochschulranking des Zentrums für Hochschulentwicklung (CHE) belegt die Universität Freiburg in verschiedensten wissenschaftlichen Fächern konstant Spitzen- und vordere Plätze in der Lehre. Die Studienerfolgsquoten der Universität Freiburg sind bundesweit überdurchschnittlich, die Studienabbruchquoten unterdurchschnittlich.

1.5 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 ebenfalls in der Regel in deutscher Sprache erbracht. Jedes Modul des B.Sc. Studiengangs Geowissenschaften bildet eine abgeschlossene Lehreinheit mit definierten Zielen, Inhalten und Prüfungen. Die Module haben einen Umfang, der mit 5-10 ECTS Punkten angerechnet wird. Die Modulnote ergibt sich aus einer Modulabschlussprüfung, welche die einzelnen Disziplinen eines Moduls inhaltlich verknüpft und damit zu einer

Vernetzung der einzelnen Lehrveranstaltungen eines Moduls führt. Die Modulabschlussprüfung (Prüfungsleistung) besteht meistens aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung, in geländeorientierten Lehrveranstaltungen und Praktika oft aus einem benoteten Protokoll, Bericht oder einer Hausarbeit. Innerhalb der Module können zudem Studienleistungen verlangt werden, die unbenotet sind.

„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. Mit der Vergabe der *Credits* wird ausgedrückt, dass alle Mindestanforderungen erfüllt wurden und der Besuch von Lehrveranstaltungen anerkannt wird. 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.

Innerhalb der Module wird eine Kombination unterschiedlicher Lehr- und Lernformen eingesetzt, beispielsweise Kleingruppenarbeit, wissenschaftliche Diskussionen, praktische Laborversuche, theoretische Übungsaufgaben als Hausaufgaben, etc. Das Studium ist dabei gekennzeichnet durch eine ausgewogene Kombination aus theoretischen Grundlagen, Laborkursen, Praktika und Geländearbeit. In den einführenden Vorlesungen sollen 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. Geowissenschaftliche Seminare im Rahmen des Moduls *berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK I & II)* stellen eine weitere wichtige Säule des Lernens dar. Neben dem eigenverantwortlichen Wissenserwerb macht der/ die Studierende hier Erfahrungen in der wissenschaftlichen Präsentation unter Nutzung unterschiedlicher Medien und übt im Kreise der Mit-Studierenden und Dozierenden den wissenschaftlichen Diskurs. Eine für die Geowissenschaften zentrale Säule des praxisorientierten Lernens stellen Geländepraktika, Kartierübungen und Exkursionen dar. Die Studien- und Prüfungsnachweise werden in Form von benoteten und unbenoteten Protokollen, Klausuren oder Berichten erbracht.

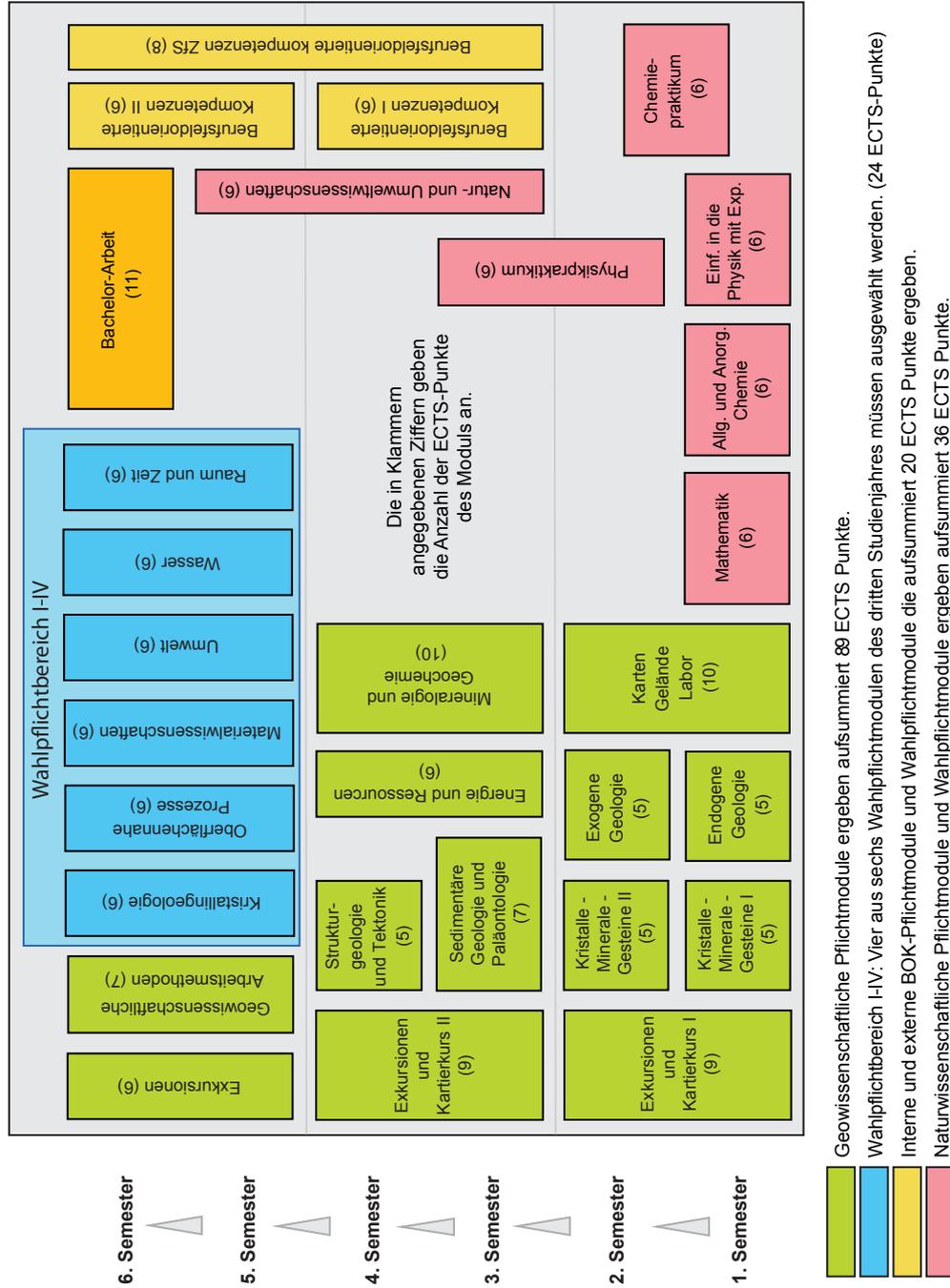
Das Bachelorstudium Geowissenschaften vermittelt in sechs Semestern die Grundzüge der geologischen Wissenschaften in Theorie und Praxis. Ein fundiertes Verständnis der Geologie und der Geo-Materialien erfordert ein sicheres Basiswissen in den Grundlagenfächern Mathematik, Physik und Chemie (*Bereich Naturwissenschaftliche Grundlagen*), das während des ersten Studienabschnitts in Vorlesungen und Praktika vermittelt wird, und das im Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften im weiteren Verlauf vertieft wird. Insbesondere in den ersten beiden Semestern wird der

Großteil der Leistungen in diesen Fächern erbracht. Die Grundlagen der Geologie werden weitgehend in den ersten vier Semestern erarbeitet (*Bereich Geowissenschaften*). Neben den Bausteinen der Erde (*Kristalle, Minerale, Gesteine I und II*) fokussiert der Unterricht auf die Prozesse, welche das System Erde charakterisieren (*Endogene und Exogene Geologie*). Grundlegende praktische geowissenschaftliche Übungen im Modul *Karte – Gelände – Labor* begleiten den Einstieg in das Studium. Im 3. und 4. Semester werden verschiedene Disziplinen der Geowissenschaften, die von Sedimentärer Geologie, Paläontologie, Strukturgeologie, Mineralogie bis zu Geochemie sowie Energie und Georessourcen reichen, eingehend erarbeitet. Komplementär hierzu sind die Pflichtmodule *Exkursionen und Kartierkurs I und II*, in denen Praxisbezug und Methodik im Vordergrund stehen. 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. Das Angebot reicht von Sprachkursen, über EDV-Methoden und Kursen zur Präsentationstechnik bis hin zum praktischen Training zur Anwendung von Geoinformationssystemen in den Geowissenschaften. Der Kompetenzerwerb in diesen Seminaren ist für ein erfolgreiches Berufsleben von höchster Bedeutung. Im 5. und 6. Semester erlauben die Wahl von vier Wahlpflichtfächern und die Bachelorarbeit eine Spezialisierung und gegebenenfalls eine Fokussierung auf ein konsekutives Masterstudium (*Bereich Geowissenschaften/ Wahlpflichtmodule*).

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 acht Wochen in eine aktuelle geowissenschaftliche Problemstellung einzuarbeiten, die erlernten Methoden und Konzepte sicher anzuwenden und die Ergebnisse in verständlicher Form darzustellen. Die Bachelorarbeit wird mit 11 ECTS-Punkten honoriert.

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. Die Struktur des Studiengangs finden Sie zusammengefasst im Studienverlaufsplan in Abbildung 2.

Bachelor of Science Geowissenschaften



Geowissenschaftliche Pflichtmodule ergeben aufsummiert 89 ECTS Punkte.

Wahlpflichtbereich I-IV: Vier aus sechs Wahlpflichtmodulen des dritten Studienjahres müssen ausgewählt werden. (24 ECTS-Punkte)

Interne und externe BOK-Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule die aufsummiert 20 ECTS Punkte ergeben.

Naturwissenschaftliche Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule ergeben aufsummiert 36 ECTS Punkte.

Abbildung 2: Studienverlaufplan B.Sc. Geowissenschaften.

1.6 Studieninhalte Bachelor of Science Geowissenschaften

Die folgenden Tabellen 1.6.1 - 1.6.4 beinhalten die Aufstellung der Module und der Modulkoordinatoren/innen inklusive der zu erwerbenden ECTS-Punkte, der Art der Veranstaltung und des empfohlenen Semesters.

1.6.1 Bereich Geowissenschaften/ Pflichtmodule: Tabelle 1

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Kristalle – Minerale – Gesteine I (Dolejs)			
Kristalle - Minerale - Gesteine I	5	V+Ü	1
Prozesse der Erde: Endogene Geologie (Kenkmann)			
Endogene Geologie	5	V+Ü	1
Kristalle – Minerale – Gesteine II (Dolejs)			
Kristalle - Minerale - Gesteine II	5	V+Ü	2
Prozesse der Erde: Exogene Geologie (Preusser)			
Exogene Geologie	5	V+Ü	2
Karten – Gelände – Labor (Ulmer)			
Interpretation Geologischer Karten I	3	Ü	1
Interpretation Geologischer Karten II	3	Ü	2
Geologische Gelände- und Laborübung	4	Ü	2
Exkursionen und Kartierkurs I (Ulmer)			
Exkursionen/ Industrieexkursionen I	5	Ex	1+2
Kartierkurs I	4	Ü	2
Sedimentäre Geologie und Paläontologie (Preusser)			
Paläontologie	4	V+Ü	3
Sedimentologie	2	V+Ü	3
Historische Geologie	1	V	3
Mineralogie und Geochemie (Müller-Sigmund)			
Geochemie	3	V+Ü	3
Physik und Chemie der Minerale	3	V+Ü	3
Polarisationsmikroskopie	4	V+Ü	4
Energie und Georessourcen (Hergarten)			
Fossile Energierohstoffe	2	V	3
Steine und Erden	1	B	3
Erzlagerstätten	1	B	4
Technische Mineralogie	2	V+Ex	4
Strukturgeologie und Tektonik (Kenkmann)			
Strukturgeologie und Tektonik	5	V+Ü	4
Exkursionen und Kartierkurs II (Ulmer)			
Exkursionen / Industrieexkursionen II	5	Ex	3+4
Kartierkurs II	4	Ü	4

Geophysikalische und geochemische Methoden (Hergarten)			
Quantitative Methoden in der Geologie	2	V+Ü	5
Geochemische Methoden	3	V+Ü	6
Petrophysikalische Methoden	2	V+Ü	6
<hr/>			
Exkursionen (Ulmer)			
Exkursionen / Industrieexkursionen III	6	Ex	5+6
<hr/>			
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.6.2 Bereich Geowissenschaften/ Wahlpflichtmodule: Tabelle 2

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
<hr/>			
Kristallingeologie (Müller-Sigmund)			
Petrogenese in Kruste und Mantel	3	V+Ü	5
Orogene Prozesse	2	V+Ü	6
Realstruktur der Kristalle	1	V+Ü	6
<hr/>			
Oberflächennahe Prozesse (Preusser)			
Einführung in die Quartärforschung	3	V+Ü	5
Geologische Risiken	3	V+Ü	5
<hr/>			
Wasser (Martinez)			
Hydrogeologie	2	V+Ü	5
Hydrogeologische Übung	2	P	6
Geochemie natürlicher Wässer	2	V+Ü	6
<hr/>			
Raum und Zeit (Preusser)			
Regionale Geologie	2	V	5
Stratigraphie und Geochronologie	2	V+Ü	6
Fossilien in der Erdgeschichte	2	V+Ü	6
<hr/>			
Umwelt (Siebel)			
Umweltgeologie	3	V+Ü	5
Ressourcenmanagement und Erneuerbare Energien	1	V+Ü	6
Stoffkreisläufe	2	V+Ü	6
<hr/>			
Materialwissenschaften (Danilewsky)			
Kristallographisches Praktikum	3	Ü	5
Kristallzüchtung	1	V+Ü	5
Röntgenographische Untersuchungsmethoden	2	V+Ü	6
<hr/>			
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.6.3 Bereich Naturwissenschaftliche Grundlagen / Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule:
Tabelle 3

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

1.6.4 Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK-Module): Tabelle 4

Modul (Modulkoordinator/in)	ECTS	Art*	Semester
Berufsfeldorientierte Kompetenzen I (Ulmer)			
Geowissenschaftliches Seminar I	3	S	3
EDV-Methoden in den Geowissenschaften	3	Ü	3
Berufsfeldorientierte Kompetenzen II (Müller-Sigmund)			
Geowissenschaftliches Seminar II	3	S	5
GIS-Anwendungen in den Geowissenschaften	3	Ü	6
Externe Berufsfeldorientierte Kompetenzen (Zfs/verschiedene Dozierende)			
BOK-Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Zentrums für Schlüsselqualifikationen (Zfs)	8	variabel	3-6
* V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, P = Praktikum, Ex = Exkursion, B = Block			

1.7 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, sowie zu Möglichkeiten eines Auslandssemesters (Erasmus, u.a.) beantwortet der Erasmus- und Äquivalenzanerkennungsbeauftragte der Geowissenschaften:

- **Erasmus- und Äquivalenzanerkennungsbeauftragte der Geowissenschaften:**

Herr Prof. Dr. Frank Preusser, Albertstraße 23-B, Raum 02 006

Tel. 0761/203-6476; E-Mail: frank.preusser@geologie.uni-freiburg.de

2. Pflichtmodule (P)

2.1 Kristalle – Minerale - Gesteine I

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.2 Prozesse der Erde: Endogene Geologie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.3 Kristalle – Minerale - Gesteine II

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.4 Prozesse der Erde: Exogene Geologie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.5 Karten - Gelände - Labor

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.6 Exkursionen und Kartierkurs I

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.7 Sedimentäre Geologie und Paläontologie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.8 Mineralogie und Geochemie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.9 Energie und Georessourcen

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.10 Strukturgeologie und Tektonik

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.11 Exkursionen und Kartierkurs II

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskoordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.12 Geophysikalische und geochemische Methoden

Dozierende

- a) Prof. Dr. S. Hergarten
- b) Prof. Dr. S. Hergarten
- c) Prof. Dr. W. Siebel

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
P	210 h	7 ECTS	a), b) 5. Sem. c) 6. Sem.	a), b) WS c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Mathematische Grundlagen der Geowissenschaften			a) 2 SWS / 30 h	a) 45 h	a) 90
b) Einführung in die Programmierung und Datenanalyse			b) 1 SWS / 15 h	b) 60 h	b) 15
c) Geochemische Methoden			c) 2 SWS / 30 h	c) 30 h	c) 90

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Die drei Lehrveranstaltungen des Moduls konzentrieren sich auf die Vermittlung und Anwendung grundlegender quantitativer Methoden, wobei sowohl physikalische als auch chemische Prozesse anhand erdwissenschaftlicher Beispiele theoretisch und praktisch behandelt werden. In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vermittelt dieses Modul ein physikalisch-chemisch-mathematisches Verständnis geologischer Prozesse, welches insbesondere für praktische Anwendungen in allen Wahlpflichtmodulen von Bedeutung ist und für die modernen Geowissenschaften eine zentrale Rolle spielt.

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

a)+b) 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 der beiden Lehrveranstaltungen 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.

c) Ziel dieses Kurses ist, Einblick in die wichtigsten geochemischen Methoden zu gewinnen

und selbständig die dazugehörigen Fragestellungen lösen zu können. Die Teilnehmenden erwerben Grundkompetenzen zum Verständnis geochemischer und isotopengeochemischer Anwendungen aus verschiedenen Teilgebieten der Geochemie.

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. Die Hauptthemen sind

1. Vektoren und lineare Abbildungen
2. Ableitungen und gewöhnliche Differentialgleichungen
3. Partielle Ableitungen

Die Konzepte werden anhand geowissenschaftlicher Beispiele und Übungsaufgaben vertieft.

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

c) Dieser Kurs baut auf der Einführungsvorlesung Geochemie auf. Lehrinhalte sind: Elementhäufigkeiten, Verteilungsgesetzmäßigkeiten, Elemente als Paläoproxy und Tracer, Uran-Serien Ungleichgewichtsmethoden. Übungsaufgaben zu den verschiedenen Themen ergänzen den Stoff der Vorlesung.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit Diskussion und Hausaufgaben
- b) Übungen am Computer mit vorheriger Erläuterung der grundlegenden Konzepte
- c) Vorlesung unter Verwendung von Demonstrationsmaterial und audio-visueller Unterstützung. Wissenschaftliche Übungen mit theoretischen Übungsaufgaben und Diskussion aller Beteiligten

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

b)+c) Teilnahme

Prüfungsleistungen:

Die in den Hausaufgaben (a+b+c), Anwesenheitsaufgaben (b+c) und einem schriftlichen Abschlusstest (a+b+c) erreichten Punkte werden nach einem zu Beginn des Moduls bekanntgegebenen Schlüssel zu einer Gesamtnote kombiniert.

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

a) –

b) –

c) Allgemeine und Anorganische Chemie, Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie, Mineralogie und Geochemie: Geochemie

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften

Grundlagenliteratur

a) Keine

b) S. Teschl: MATLAB -- eine Einführung, <http://staff.technikum-wien.at/~teschl/MatlabSkriptum.pdf>

c) White W.M. (2013): Geochemistry. Wiley-Blackwell, New York, 637.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

2.13 Exkursionen

Dozierende

Die Dozenten der Geowissenschaften

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
P	180 h	6 ECTS	5. - 6. Sem.	Jedes Semester	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Exkursionen/ Industrieexkursionen III			12 Tage à 10 h pro Jahr / 120 h	60 h	Max. 50

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In dem Modul *Exkursionen* 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 vom verantwortlichen Dozierenden mitgeteilt, falls bestimmte angebotene Exkursionen das Wahlpflichtmodul sinnvoll ergänzen und 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 und Kartierkurs I und II* erworbenen Kenntnisse und sind teilweise Ergänzungen zu speziellen 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/bachelor-geo/Studierende/exkursionen/exkursionsbeispiele> (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 Formen im Gelände unter aktiver Mitwirkung aller Studierenden.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: Teilnahme

Prüfungsleistungen: Protokolle. Das nach Exkursionstagen gewichtete Mittel der Protokollnoten ergibt die Modulnote.

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

Exkursionen aus Exkursionen und Kartierkurs I, Exkursionen aus Exkursionen und Kartierkurs II, Kristalle – Minerale – Gesteine I, Kristalle – Minerale – Gesteine II, je nach Modulwahl: Faziesanalyse, Sedimentgeologie, Regionale Geologie Europas.

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, 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

2.14 Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.15 Allgemeine und Anorganische Chemie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.16 Einführung in die Physik mit Experimenten

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.17 Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.18 Physikalisches Praktikum

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

2.19 Wahlpflichtmodul Natur- und Umweltwissenschaften

Dozierende

Verschiedene Dozierende

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	3.-5. Sem.	Variiert je nach Wahl des/der Kurse(s).	1 Semester
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

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: keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

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

Verwendung des Moduls

Lehrimport, B.Sc. Geowissenschaften

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) 60 h b) 90 h c) 90 h	a) 2 ECTS b) 3 ECTS c) 3 ECTS	a) 5. Sem. b) 3. + 5. Sem. c) 4. + 6. Sem.	(Kurse werden teilweise nicht jedes Semester angeboten) a) WS	a) 1 Semester b) 1 Semester c) 1 Semester oder Blockkurs

				b) WS c) SS	
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Einführung in die Erstellung digitaler geologischer Karten			a) 1 SWS / 15 h	a) 45 h	a) 25
b) Charakterisierung von Geomaterialien unter Stoßbelastung I (ggf. in englischer Sprache)			b) 2 SWS / 30 h	b) 60 h	b) 30
c) Charakterisierung von Geomaterialien unter Stoßbelastung II (ggf. in englischer Sprache)			c) 2 SWS / 30 h	c) 60 h	c) 30

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 "Characterization of geomaterials under shock loads 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 "Characterization of geomaterials under shock loads 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;
- b) Regular attendance;
- c) Regular attendance;

Prüfungsleistung:

- a) Abgabe eines ArcGIS-Projekts;
- b) Written examination;
- c) Written examination;

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Grundvorlesung und Übungen in den Geowissenschaften und Naturwissenschaften
-

-
- b) Start at the earliest in BSc 3rd semester
 - c) Start at the earliest in BSc 4th semester
-

Verwendung des Moduls

Lehrimport, B.Sc. Geowissenschaften

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 No. 954, 120. (download for free: <http://cass.jsc.nasa.gov/publications/books/CB-954/CB-954.intro.html>)
Hiermaier, S. (2008): Structures under Crash and Impact, Springer, 422.
Kenkmann, T. (2009): Asteroid and Comet Impacts throughout Earth's history. Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 37, 293-318.
 - c) same as b)
-

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

3. Wahlpflichtmodule (WP)

3.1 Kristallingeologie					
Dozierende					
a) Prof. Dr. D. Dolejs; Dr. H. Müller-Sigmund					
b) Prof. Dr. K. Kenkmann					
c) Dr. A. Danilewsky					
Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP (Wahlpflicht)	180 h	6 ECTS	a) 5. Sem. b) + c) 6. Sem.	a) WS b) + c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Petrogenese in Kruste und Mantel			a) 4 SWS / 60 h	a) 30 h	a) V: 40, Ü: 20
b) Orogene Prozesse			b) 2 SWS / 30 h	b) 30 h	b) 25
c) Realstruktur der Kristalle			c) 1 SWS / 15 h	c) 15 h	c) 25

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Petrologie und Deformation eines Gesteins sind auf das engste miteinander verknüpft. Dies wird unmittelbar in Gebirgen sichtbar, in denen Versenkung, Metamorphose und Deformation gleichzeitig ablaufende Prozesse sind, die sich wechselseitig beeinflussen. Die in diesem Modul zusammengefassten und miteinander verschränkten Veranstaltungen dienen dem Verständnis dieser komplexen Zusammenhänge, wobei ein Rahmen vom atomaren Maßstab der Deformationsmechanismen im Kristallgitter bis zum großmaßstäblichen Gebirgsaufbau gespannt wird. Das Modul basiert auf den Modulen *Strukturgeologie und Tektonik* sowie *Mineralogie und Geochemie* des 3. und 4. Semesters.

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

- Die Studierenden wenden Werkzeuge der Petrologie wie Normberechnungen, Fraktionierungsberechnungen etc. auf geochemische Daten an. Sie entwickeln ein vertieftes Verständnis für metamorphe und magmatische Prozesse. Sie können komplexe Mineralparagenesen und Reaktionsgefüge zeichnen, beschreiben und interpretieren.
- Die Studierenden können bruchhafte Verformungen in oberkrustalen Gebirgsstockwerken von Vorländern analysieren. Sie können zweidimensionale bilanzierbare geologische Profile konstruieren und widerspruchsfrei abwickeln. Sie nutzen die Methoden der Analogmodellierung, um die Kinematik von Gebirgen zu verstehen.
- Die Studierenden kennen das Prinzip grundlegender Kristallbaufehler wie 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) Magmatische und metamorphe Petrogenese: Inhalt dieser Lehrveranstaltung sind Erdmantelprozesse, Intrusionsmechanismen, Magmen-Entwicklung, Vulkanite, Granit-Genese, metamorphe Strukturen und Texturen, metamorphe Fazies und Reaktionen, Fluide, Massentransport. In den zugeordneten Übungen werden Rechen- und Modellierbeispiele erarbeitet sowie exemplarische Gesteine in Großstufen, Handstück und Dünnschliff vorgeführt. Bei den polarisationsmikroskopischen Untersuchungen von Magmatiten und Metamorphiten 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.
- b) 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. Die Profilbilanzierung ist bei der Erkundung und Ausbeutung von Lagerstätten eine grundlegende Methode, die Geologen/Geologinnen beherrschen müssen. 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.
- 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 audiovisuellen Komponenten, Computer-Rechnungen und – Modellierungen, Diskussion und Ansprache von Anschauungsmaterial sowie Mikroskopierübungen in kleinen Gruppen, kooperative Erstellung von Gesteinsbeschreibungen und Genesemodellen
- b) Vorlesung mit audiovisuellen Komponenten. Besprechung praktischer Fallbeispiele, Durchführung von Experimenten
- c) Vorlesung mit audio-visuellen Bestandteilen, multimedialen, dreidimensionalen Anschauungsmaterialien und anschließender Diskussion

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

- a) Teilnahme, Übungsaufgaben (kollektive, gruppenweise oder individuelle Lösungen), Beschreibung und Interpretation mikroskopischer Präparate;
- b) Teilnahme, Übungsaufgaben, Experimente in Kleingruppen
- c) Teilnahme;

Prüfungsleistung:

Modulteilprüfung über a) am Ende des 5. Semesters

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Kristalle - Minerale - Gesteine I und II, Prozesse der Erde: Exogene Geologie, Prozesse der Erde: Endogene Geologie, Mineralogie und Geochemie: Polarisationsmikroskopie
- b) Strukturgeologie und Tektonik
- c) Kristalle – Minerale – Gesteine I und II

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, Lehramt

Grundlagenliteratur

- a) Winter, J.D. (2010): An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, New Jersey, 702 S.
- b) McClay, K. R. (eds.) (1992): Thrust tectonics. 447 S.
Woodward, N.H., Boyer, S.E. & Suppe, J. (1987): Balanced Geological Cross-Sections: An

essential technique in geological research and exploration. AGU Short Course in Geology 6, 132 S..

Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1984): The Techniques of Modern Structural Geology. Bd I Strain Analysis. Academic Press, London, 307 S.

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

c) Bohm, J. (1995): Realstruktur von Kristallen. Schweizerbart, Stuttgart, 442 S.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.2 Oberflächennahe Prozesse

Dozierende

- a) Prof. Dr. F. Preusser; Dr. J.-H. May
 b) Prof. Dr. A. Hoppe; Prof. Dr. T. Kenkmann

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	a), b) 5. Sem.	a), b) WS	1 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Einführung in die Quartärforschung			a) 2 SWS / 30 h	a) 60 h	a) 25
b) Geologische Risiken			b) 2 SWS / 30 h	b) 60 h	b) 25

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
- b) Vorlesung mit audio-visueller Unterstützung, praxisorientierten Beispielen und Gruppendiskussion

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

- a) Teilnahme;
- b) Teilnahme;

Prüfungsleistung:

Modulteilprüfung (Klausur über a) und b) am Ende des 5. Semesters

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und Naturwissenschaften
- b) Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und Naturwissenschaften

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, Lehramt

Grundlagenliteratur

- a) Lowe, J. & Walker, M. (2015): Reconstructing Quaternary environments. Routledge,

Taylor and Francis, London, 538.

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. (ed.) (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 Wasser

Dozierende

- a) Prof. Dr. I. Stober
- b) Prof. Dr. S. Hergarten
- c) Dr. R. Martinez

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	a) 5. Sem. b) + c) 6. Sem.	a) WS b) + c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Hydrogeologie			a) 2 SWS / 30 h	a) 30 h	Jeweils 30
b) Hydrogeologische Übung			b) 3 SWS / 45 h	b) 15 h	
c) Geochemie natürlicher Wässer			c) 2 SWS / 30 h	c) 30 h	

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 *Wasser* in einem geowissenschaftlichen Studiengang von fundamentaler Bedeutung. Das Modul gliedert sich in drei Teile. Alle drei Kurse haben eine stark praxisorientierte Fokussierung. Der erste Kurs „Hydrogeologie“ führt in die Grundlagen der Grundwassergeologie ein. Dieses Themenfeld wird aber erweitert mit einem Schwerpunkt „Tiefenwässer“ welche besonders für die Geothermie wichtig sind. Der zweite Kurs „Hydrogeologische Übungen“ ergänzt den Grundlagenkurs „Hydrogeologie“ mit praktischer Arbeit im Gelände. Der dritte Kurs „Geochemie natürlicher Wässer“ behandelt auf einfache Weise die chemischen Aspekte von Oberflächen- und Grundwässern sowie die chemische Wechselwirkung von Wasser mit Gesteinen. Die drei aufeinander abgestimmten Veranstaltungen ergänzen sich gegenseitig.

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 sind *Umwelt, Energie, Sediment* und *Kristallingeologie* Module auf Grundkenntnisse über das Wasser bei den Studierenden angewiesen. 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 lernen verschiedene geophysikalische Methoden zur Bearbeitung hydrogeologischer Problemstellungen kennen, wenden sie in gut bekannten kleinräumigen Systemen an und werten die selbst erzeugten Daten praxisnah aus.
- c) 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) Auf einem Versuchsfeld bei Freiburg findet eine Einführung in hydrogeologische und geophysikalische Arbeitsmethoden statt. Das Spektrum reicht dabei von der Messung von Grundwasserständen über Tracer-Experimente und Pumpversuche bis hin zur Wasseranalytik. Begleitend dazu werden als Verfahren der Geophysik refraktionsseismische Untersuchungen und Multielektroden-Geoelektrik mit institutseigenen Messapparaturen vorgestellt. Die Studierenden erhalten so einen praxisnahen Überblick über die integrierte Bearbeitung hydrogeologischer Problemstellungen.
- c) 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) Vorlesung mit Übungen am Computer, Feldpraktikum
 - c) Vorlesung mit Diskussion aller Beteiligten
-

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

- a) Teilnahme;
- b) Teilnahme, Protokolle;
- c) Teilnahme, Übungsaufgaben.

Prüfungsleistung:

Modulteilprüfung (Klausur über a), b) und c)) am Ende der Lehrveranstaltung

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Allgemeine und Anorganische Chemie, Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie, Mathematik I für Studierende der Naturwissenschaften, Einführung in die Physik mit Experimenten
 - b) Wasser: Hydrogeologie
 - c) Allgemeine und Anorganische Chemie; Mineralogie und Geochemie: Geochemie; Mineralogie und Geochemie: Physik und Chemie der Minerale; Geophysikalische und geochemische Methoden: Geochemische Methoden
-

Verwendung des Moduls

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) Bender, F. (1985): Angewandte Geowissenschaften – Band II: Methoden der Angewandten Geophysik. Enke, Stuttgart, 766.
- c) Drever, J.I. (1997): The Geochemistry of Natural Waters Surface and Groundwater Environments. Prentice Hall, New Jersey, 436.
- Harris, D.C. (1995): 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.

3.4 Raum und Zeit

Dozierende

- a) Prof. Dr. T. Kenkmann
- b) Prof. Dr. F. Preusser; Dr. J.-H. May
- c) PD Dr. U. Leppig

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	a) 5. Sem. b), c) 6. Sem.	a) WS b), c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Regionale Geologie			a) 2 SWS / 30 h	a) 30 h	Jeweils 25
b) Stratigraphie und Geochronologie			b) 2 SWS / 30 h	b) 30 h	
c) Fossilien in der Erdgeschichte			c) 2 SWS / 30 h	c) 30 h	

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Alle Lehrveranstaltungen des Moduls beschäftigen sich mit unterschiedlichen Aspekten der zeitlichen und räumlichen Entwicklung der Erde mit Schwerpunkt Europa. Das Modul baut auf dem Modul *Sedimentäre Geologie und Paläontologie* des 3. Semesters auf. Das Modul sollte gewählt werden, wenn eine Bachelorarbeit auf dem Gebiet der historischen Geologie, Sedimentologie oder Paläontologie angestrebt wird.

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

- a) Die Studierenden können beschreiben, wie das heutige regionalgeologische Kartenbild von Deutschland und Europa entstanden ist. Sie können tektonische, metamorphe, magmatische und sedimentologische Prozesse, welche die Regionale Geologie entscheidend prägten, benennen.
- b) Die Studierenden kennen die verschiedenen Ansätze der Stratigraphie und sind mit den Grundlagen, Verfahrensweisen, Anwendungsbereichen sowie möglichen Fehlerquellen der wichtigsten geochronologischen Methoden vertraut.
- c) Die Studierenden können den Ablauf der Erdgeschichte mit Hilfe von Leitfossilgruppen in geologische Zeitabschnitte gliedern. Sie diskutieren die paläogeographischen, paläoklimatischen und paläökologischen Veränderungen im Laufe der Erdgeschichte und deren Auswirkungen auf die Organismenwelt.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Die Vorlesung gibt einen Überblick über 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) Diese Veranstaltung knüpft an die Vorlesungen Historische Geologie und Einführung in die Quartärforschung an. Die Prinzipien verschiedener stratigraphischer Ansätze werden im Detail vorgestellt und es wird ein Überblick über die wichtigsten geochronologischen Methoden geboten. Dadurch sind die Studierenden in der Lage, die erdgeschichtliche Unterteilung geologischer Schichten nachzuvollziehen und sind mit den Einsatzmöglichkeiten und Limitationen geochronologischer Methoden vertraut.
- c) 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.
- b) Vorlesung mit praktischen Übungen
- c) 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) -;
- c) Teilnahme

Prüfungsleistung:

Modulabschlussprüfung über b) und c) am Ende des Sommersemesters

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Prozesse der Erde: Endogene Geologie
Prozesse der Erde: Exogene Geologie
Sedimentäre Geologie und Paläontologie: Sedimentologie
Sedimentäre Geologie und Paläontologie: Historische Geologie
- b) Sedimentäre Geologie und Paläontologie: Historische Geologie
Sedimentäre Geologie und Paläontologie: Einführung in die Quartärforschung
- c) Sedimentäre Geologie und Paläontologie: Paläontologie

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, Lehramt

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. 249. Springer Spektrum.
Frisch, W., Meschede, M. and Blakey R. (2011) Plate Tectonics. Continental Drift and Mountain Building. Springer Verlag, 212.
- b) Geyh, M.A. (2005): Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 211.
Walker, M. (2005): Quaternary dating methods. Wiley, Oxford, 304.
- c) Faupl, P. (2000): Historische Geologie. Facultas, Wien, 271.
Rothe, P. (2000): Erdgeschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 240.
Oschmann, W. (2016): Evolution der Erde. utb basics, 320.

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.5 Umwelt

Dozierende

- a) Prof. Dr. W. Siebel
- b) Prof. Dr. W. Siebel
- c) Dr. R. Martinez

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	a) 5. Sem. b), c) 6. Sem.	a) WS b), c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Umweltgeologie			a) 2 SWS / 30 h	a) 30 h	Jeweils 25
b) Ressourcenmanagement und Erneuerbare Energien			b) 1 SWS / 15 h	b) 45 h	
c) Stoffkreisläufe			c) 1 SWS / 15 h	c) 45 h	

Qualifikationsziele/Kompetenzen

Ein tiefgreifendes Verständnis der Umwelt- und Geosysteme ist erforderlich zur Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung. Das Modul *Umwelt* betrachtet die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt und vermittelt Antworten auf die Frage, welche Veränderungen der Mensch durch seinen Einfluss auf Luft, Wasser, Boden und damit auch auf die Geologie bewirkt. Das Modul beleuchtet die Rolle der Geothermie und stellt die Gewinnung und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kontext natürlicher Stoffkreisläufe.

Aufbauend auf dem Modul *Energie und Georessourcen* sowie den bis zu diesem Zeitpunkt erlernten geowissenschaftlichen Kenntnissen, vermittelt das Modul *Umwelt* ein vertieftes Verständnis für umweltbewusstes Ressourcen-Management. Es ermöglicht die beginnende Spezialisierung des Studierenden auf ein Berufsbild im Bereich Rohstoffsicherung oder Energieversorgung.

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

- a) Die Studierenden lernen die geologisch-geochemische Sichtweise von Umweltproblemen kennen. Sie erweitern ihre Kompetenz und Auseinandersetzung in Bezug auf die Veränderung der Geosphären durch Eingriffe des Menschen. Probleme und Lösungsansätze bei der Kontamination von Boden, Wasser und Luft sowie beim Umgang mit der Nutzung von Ressourcen werden erkannt.
- b) Die Studierenden können die Problematik der Rohstoffverknappung sowie Prozesse der umweltbewussten Rohstoff- und Kreislaufwirtschaft nachvollziehen. Sie werden in die Lage versetzt, den Wert der Erneuerbaren Energien für den Klima- und den

Ressourcenschutz zu beschreiben. Sie kennen die verfügbaren Möglichkeiten zur Gewinnung erneuerbare Energien inklusive der daran gekoppelten Technologien.

- c) Die Studierenden können die Wechselwirkungen verschiedenster Stoffe und Prozesse analysieren und deren Einfluss auf globale Kreisläufe diskutieren.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Es werden die wichtigsten Aufgabenfelder im Bereich der Umweltgeologie und -geochemie vorgestellt. Es folgen Betrachtungen zu Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre sowie zu Sedimenten als Teil der Lithosphäre und zu deren Rolle innerhalb der Umweltgeologie. Der Fokus liegt dabei auf atmosphärisch relevanten Schadstoffen, Emissionsbelastungen, Abfallproblematik und Wasserqualität. Neben Faktenwissen vermittelt die Veranstaltung Fallbeispiele aus der geologischen Praxis.
- b) Die Reichweite fossiler Ressourcen ist begrenzt, gleichzeitig steigt der Energieverbrauch weltweit und somit der Bedarf an erneuerbaren Energien. In diesem Teil des Moduls werden zunächst die umweltgeologisch relevanten Aspekte der Wasser- und Rohstoffwirtschaft betrachtet. Die Veranstaltung gibt Einblick in den aktuellen Anwendungsstand und in die Potenziale der wichtigsten regenerativen Energieträger. Dabei wird auch das Arbeitsfeld der geothermischen Energiegewinnung näher beleuchtet.
- c) Das Verständnis globaler Kreisläufe, denen die verschiedensten Stoffe unterworfen sind, hat große Bedeutung. Viele Disziplinen der Natur- und Umweltwissenschaften basieren auf diesem Wissen. Meeresströmungen, Kohlendioxid und andere Gase beeinflussen das Klima. Chemische Verbindungen können auf verschiedenstem Wege an nahezu jeden Ort auf der Erde gelangen. Die Prozesse laufen chemisch, physikalisch, biologisch, atmosphärisch, vulkanisch und in der Erdkruste ab. Wechselwirkungen und Rückkopplungen haben weitergehende Auswirkungen.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Vorlesung mit begleitenden qualitativen und quantitativen Übungen
- b) Vorlesung und kursbegleitende Übungen
- c) Vorlesung mit dreidimensionalen Anschauungsmaterial, audio-visueller Präsentation, Laborbesuche von verschiedenen Röntgenanlagen und Möglichkeit zur Diskussion. Dazu begleitende Übung zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes, Erarbeitung von theoretischen Übungsaufgaben als Hausaufgabe mit anschließender Gruppenbesprechung.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

- a) Teilnahme; Übungen

b) Teilnahme; Übungen

c) Teilnahme, Übungsaufgaben.

Prüfungsleistung:

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

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

a)–c) Grundvorlesungen und Übungen in den Geowissenschaften und Naturwissenschaften

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, Lehramt

Grundlagenliteratur

a) Andrews, J.E., Brimblecombe, P., Jickells, T.D., Liss, P.S. & Reid, B. (eds.) (2003) An Introduction to Environmental Chemistry. Wiley, New York, 318.

Hilberg, S. (ed.) (2015) Umweltgeologie – Eine Einführung in Grundlagen und Praxis. Springer, Berlin, 245.

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

b) Bürke, T. & Wengenmayr, R. (eds.) (2010): Erneuerbare Energie: Alternative Energiekonzepte für die Zukunft. Wiley-VCH, Weinheim, 147.

Quaschnig, V. (2009): Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hanser, München, 339.

Bucher, K. & Stober, I. (2012): Geothermie. Springer, Heidelberg, 287.

c) Huch, M. (ed.) (2008) Umweltgeochemie in Wasser, Boden und Luft: Geogener Hintergrund und anthropogene Einflüsse. Springer, Berlin, 234.

Kump, L.R., Kasting, J.F. & Crane R.G. (2004): The Earth System. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 420.

Spezifische Literatur zu aktuellen Forschungsthemen (Vortrag und Hausarbeit)

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

3.6 Materialwissenschaften

Dozierende

a) PD Dr. A. Danilewsky; Dr. T. Sorgenfrei; Prof. Dr. M. Fiederle; N.N.

b) PD Dr. A. Danilewsky; Dr. T. Sorgenfrei; N.N.

c) PD Dr. A. Danilewsky; Prof. Dr. M. Fiederle

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
WP	180 h	6 ECTS	a), b) 5. Sem. c) 6. Sem.	a), b) WS c) SS	2 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Kristallographisches Praktikum			a) 4 SWS / 60 h	a) 30 h	a) 16
b) Kristallzüchtung			b) 1 SWS / 15 h	b) 15 h	b) 15 - 25
c) Röntgenographische Untersuchungsmethoden			c) 2 SWS / 30 h	c) 30 h	c) 15

Qualifikationsziele/Kompetenzen

In den Lehrveranstaltungen *Kristallzüchtung* und *Röntgenographische Untersuchungsmethoden* werden die theoretischen Grundlagen vermittelt, welche im *kristallographischen Praktikum* angewandt 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 *Crystalline Materials* zu bewerben.

a) 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.

b) 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.

c) Nach erfolgreichem Abschluss des Teilmoduls sind die Studierenden 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.

Lehrinhalte des Moduls

- a) Das Kristallographische Praktikum ist als praktische Übung konzipiert und weist in die theoretischen Hintergründe der Kristallographie ein und veranschaulicht die innere Struktur (Kristallbau) und die Symmetrieverhältnisse im Kristall. 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. Genau gemessen werden diese Umwandlungs- und Schmelzpunkte und die Stabilitätsbereiche der verschiedenen Phasen werden 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.
- c) 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, Präzessionsverfahren) und die Pulvermethode, bei der jeweils ein Pulver oder ein Einkristall mit Röntgenstrahlen beschossen werden. Beide Methoden dienen der Entschlüsselung der Kristallstruktur und zur Elementanalyse. Die Entstehung von Röntgenreflexen durch Beugung wird besprochen, Diffraktogramme werden berechnet und ausgewertet.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

- a) Praktische Übungen in angeleiteten Kleingruppen mit 2-3 Studierenden an Geräten zur kristallographischen Analytik und Kristallzuchtung. Jeder Praktikumsversuch beinhaltet die Versuchseinführung durch die Betreuer/innen, die Versuchsdurchführung, Ergebnisauswertung und ein Versuchsprotokoll.
- b) Vorlesung mit Demonstrationsmaterial, audio-visueller Präsentation und anschließender Diskussion aller Beteiligten
- c) Vorlesung mit dreidimensionalen Anschauungsmaterial, audio-visueller Präsentation, Laborbesuche von verschiedenen Röntgenanlagen und Möglichkeit zur Diskussion. Dazu begleitende Übung zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes, Erarbeitung von theoretischen Übungsaufgaben als Hausaufgabe mit anschließender Gruppenbesprechung.

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen:

- a) Teilnahme;
- b) Teilnahme;
- c) Teilnahme, Übungsaufgaben.

Prüfungsleistungen:

Modulabschlussprüfung (Protokolle über a) und schriftlicher Klausurteil über c)) am Ende der Lehrveranstaltungen. Die Modulnote ergibt sich aus dem nach ECTS-Punkten gewichteten Mittel der Protokolle (3 ECTS) und des Klausurteils (2 ECTS).

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) –c) Module der Naturwissenschaftlichen Grundlagen, Bausteine der Erde: Exogene Geologie, Bausteine der Erde: Endogene Geologie

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften, Lehramt

Grundlagenliteratur

- a) + b) Borhardt-Ott, W. (2002): Kristallographie. Springer, Berlin, 349.
 - Haussühl, S. (1993): Kristallgeometrie. Weinheim, 151.
 - Wilke, K.-T. & Bohm, J. (1988): Kristallzuchtung. Harri Deutsch, Thun/Frankfurt, 364.
- c) Kischner, H. (1990): Einführung in die Röntgenfeinstrukturanalyse. Vieweg, Braunschweig,

93.

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

Ab dem WS 2015/16 gilt die PO 2015, so dass die Gestaltung der Semester 1 - 3 bereits im Modulhandbuch zur PO 2015 beschrieben sind. Sofern Studierende aus PO 2012 noch Module der ersten drei Semestern absolvieren müssen, bitte an die Studiengangskordinatorin Frau Wibke Kowalski wenden (wibke.kowalski@minpet.uni-freiburg).

4.2 Berufsfeldorientierte Kompetenzen II

Dozierende

a) Die Dozierenden der Geowissenschaften (Koordination: Dr. H. Müller-Sigmund)

b) Dr. H. Ulmer

Modulart	Workload	Credits	Studiensemester	Turnus	Dauer
a) P	180 h	3 ECTS	a) 5. Sem.	a) WS	2 Semester
b) P		3 ECTS	b) 6. Sem.	b) SS	
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Geowissenschaftliches Seminar II			a) 1,5 SWS / 22 h	a) 68 h	a) 25
b) GIS-Anwendungen in den Geowissenschaften			b) 3 SWS / 45 h	b) 45 h	b) 16

Qualifikationsziele/Kompetenzen

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.

In Bezug auf das Gesamtprofil des Studiengangs vertieft das Modul die Kompetenzen im Umgang mit Medien und erweitert das Spektrum der zur Verfügung stehenden Präsentationsmittel. Insbesondere bei der Anfertigung der Bachelorarbeit und geologischer Kartierungen werden Geoinformationssysteme zunehmend eingesetzt.

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), 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. 25 Teilnehmenden, Aufbereitung und Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen 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

Prüfungsleistungen:

keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

- a) Geowissenschaftliches Seminar I. Grundlegende Kenntnisse in dem gewählten Gebiet
 - b) Berufsfeldorientierte Kompetenzen I: EDV-Methoden in den Geowissenschaften
-

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften

Grundlagenliteratur

- a) keine
 - 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	240 h	8 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. 120 h)	Selbststudium siehe ZfS (z.B. 120 h)	Gruppengröße siehe ZfS

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. Einblick in verschiedene Berufsfelder ist möglich. Die zur Verfügung stehenden Lehrveranstaltungen können unter <http://www.zfs.uni-freiburg.de/bok-veranstaltungen> abgerufen werden.

Lehrformen (didaktische Umsetzung)

Verschieden (s. ZfS)

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistungen: verschieden (s. ZfS)

Prüfungsleistungen: keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzungen

Bei Vertiefung von Fremdsprachen: Einstufungstest.

Verwendung des Moduls

B.Sc. Geowissenschaften und die meisten anderen Freiburger Bachelorstudiengänge

Grundlagenliteratur

Keine

Skripte/Vorlesungsaufzeichnungen

<https://ilias.uni-freiburg.de/login.php>

bzw. wie in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
