

Modulhandbuch Master Geowissenschaften



Course description





FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

NATURWISSENSCHAFTLICHE
FAKULTÄT

**Modulhandbuch für den
Masterstudiengang Geowissenschaften**

**GeoZentrum Nordbayern
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg**

Stand: 12.04.2018

Bezug: Prüfungsordnung vom 01. Oktober 2007, zuletzt geändert am 19.05.2017

Inhalt

Betreuung des Masterstudiengangs Geowissenschaften	1
Präsentation des Masterstudiengangs Geowissenschaften	3
Presentation of the Master's Course in Geosciences	3
Vertiefungsrichtung: Angewandte Geologie (AG)	7
Vertiefungsrichtung: Angewandte Mineralogie (AM)	7
Vertiefungsrichtung: Angewandte Sedimentologie-Georessourcen (AS)	8
Vertiefungsrichtung: Petrologie-Geodynamik-Georessourcen (PG)	8
Major: Palaeobiology - Palaeoenvironments (PB)	9
Second Major: <i>Earth Systems Research Lab</i> (RL)	9
AG-V1: Grundbau & Statistik.....	24
AG-V2: Ingenieur- & Hydrogeologie für Fortgeschrittene	25
AG-E1: Grundwassermodellierung	26
AG-V3a: Ingenieurgeologische Berechnungen	27
AG-V3b: Environmental Hydrogeology.....	28
AG-E2a: Arbeiten in der Angewandten Geologie	29
AG-E2b: Arbeiten in der Angewandten Geologie	30
AG-V4a: Karsthydrogeologie	31
AG-V4b: Vermessungstechnik	32
AG-F1: Methoden der Angewandten Geologie	33
AG-F3a: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie	34
AG-F3b: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie	35
AM-V1: Kristallchemie und Phasenlehre	36
AM-V2: Pulverdiffraktometrie	37
AM-E1: Material und Methoden	38
AM-V3: Mikrosondenanalytik	39
AM-V4: Rietveld	40
AM-E2: Bindemittel	41
AM-F1: Spezielle Keramiken und Einkristalle	42
AM-F2: BioMat	43
AM-F3: Zement.....	44
AS-V1: Becken- und Bohrungsanalyse	45
AS-V1: Basin and well analysis	45
AS-V2: Strukturgeologie-Tektonik	46
AS-V2: Structural geology and tectonics.....	46
AS-V3: Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik.....	47
AS-V3: Sedimentary petrography-diagenesis-petrophysics	47
AS-V4: Geophysik	49
AS-V4: Geophysics	49
AS-F1: Seismische Reservoirinterpretation.....	50
AS-F1: Seismic reservoir interpretation	50
AS-F2: Sedimentary geochemistry.....	51
AS-F3: Energieressourcen.....	52
AS-F3: Energy resources	52
PG-V1: Petrologie I.....	54
PG-V2: Metallische Rohstoffe	55
PG-V3: Petrologie II.....	56
PG-V4: Petrologie III.....	57
PG-E2a: Geländepraktika Lagerstätten & Strukturen.....	58
PG-F1: Petrologie IV.....	59
PG-F2: Geodynamik und Vulkanologie	60
PG-F3a: Methoden der Petrologie.....	61
PB-V1: Consolidation of basics I	62
PB-V2: Consolidation of basics II	63
PB-E1: Consolidation of basics III.....	64
PB-V3: Palaeobiology I.....	65
PB-V4: Palaeobiology II.....	66
PB-E2: Analytical Palaeobiology	67
PB-F1: Palaeontological Research I.....	68
PB-F2: Palaeontological Research II.....	69
PB-F3: Palaeontological Research III.....	70
RL-V1: AS-F2 Sedimentary geochemistry.....	71
RL-V2: Earth Systems Research Lab I	72
RL-V3: Earth Systems Research Lab II	73
RL-V4: Environmental Hydrogeology.....	74

RL-F1: Earth System Research Lab III	75
RL-F2: Earth System Research Lab IV.....	76
SQ: Industriepraktika	77
KQ: Industry internships	78
SQ: Kartierung	79
KQ: Geological mapping.....	80
SQ: Geländeübungen	81
KQ: Field exercise	82
SQ: Projektarbeit oder vergleichbare Tätigkeiten	83
KQ: Work on an individual project or comparable.....	84
Masterarbeit.....	85
Master's thesis	86

**Betreuung des Masterstudiengangs Geowissenschaften
am GeoZentrum Nordbayern der FAU Erlangen-Nürnberg**

→ **Studiendekan** (Allgemeine Fragen zum Studium)

Prof. Dr. Axel Munnecke

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Loewenichstr. 28, 91054 Erlangen, Raum 1.105
Tel. 09131 – 85 26957, E-Mail axel.munnecke@fau.de

→ **Vorsitzende Prüfungsausschuss Bachelor- u. Masterstudiengänge Geowissenschaften**
(Prüfungsfragen in den Studiengängen)

Prof. Dr. Matthias Göbbels

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5a, 91054 Erlangen, Raum HG 2.209
Tel. 09131 – 85 23982, E-Mail matthias.goebbels@fau.de

→ **Vertiefungsrichtungverantwortliche für die Vertiefungsrichtungen**

Angewandte Geologie (AG)

Prof. Dr. Johannes Barth

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum O1.106
Tel. 09131 – 85 22620, E-Mail johannes.barth@fau.de

Angewandte Mineralogie (AM)

Prof. Dr. Friedlinde Götz-Neunhoffer

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5a, 91054 Erlangen, Raum HG 2.209
Tel. 09131 – 85 25780, E-Mail friedlinde.goetz@fau.de

Angewandte Sedimentologie-Georessourcen (AS)

Prof. Dr. Harald Stollhofen

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum O2.107
Tel. 09131 – 85 22617, E-Mail harald.stollhofen@fau.de

Petrologie - Geodynamik - Georessourcen (PG)

Prof. Dr. Karsten Haase

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum O2.106
Tel. 09131 – 85 22616, E-Mail karsten.haase@fau.de

Paläobiologie-Paläoumwelt (PB)

Prof. Dr. Wolfgang Kiessling

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Loewenichstraße 28, 91054 Erlangen, Raum 1.107
Tel. 09131 – 85 26959, E-Mail wolfgang.kiessling@fau.de

→ **Studiengangsmanagement** (Organisation und Ablauf der Studiengänge)

Dr. Anette Regelous

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum 0.105
Tel. 09131 – 85 26065, E-Mail anette.regelous@fau.de

→ **Studienfachberatung**

Dr. Anette Regelous

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum 0.105
Tel. 09131 – 85 26065, E-Mail anette.regelous@fau.de

→ **Studienberatung** (Studien Service Center)

Frau Katharina Ramsauer M.Sc.

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum 02.142
Tel. 09131 – 85 22684, E-Mail katharina.ramsauer@fau.de

Präsentation des Masterstudiengangs Geowissenschaften

Das GeoZentrum der FAU bietet eine große Bandbreite geowissenschaftlicher Fachrichtungen, die sich in den verschiedenen Berufsfeldern in der Industrie und Wirtschaft, bei Behörden und Ämtern oder an Universitäten und Forschungseinrichtungen widerspiegeln. Diese Vielfalt an Fächerkombinationen ist am GeoZentrum Nordbayern in dieser Form einzig in Deutschland repräsentiert und eröffnet den Studierenden die Chance in einem Masterstudiengang Vertiefungsrichtungskombinationen auszuwählen zu können, die ihren Interessen und Fähigkeiten aber auch den unterschiedlichen beruflichen Anforderungen gerecht werden. Aktuell werden 6 Vertiefungsrichtungen zur Auswahl angeboten. Die Vertiefungsrichtungen Angewandte Mineralogie und Palaeobiology/Earth Systems Research Lab sind nicht kombinierbar.

Zur eindeutigen Identifikation der erworbenen Kompetenzen bei der späteren Stellensuche wird dem erworbenen Abschlusstitel das erste Vertiefungsrichtung als folgende Ergänzung hinzugefügt:

–Master Geowissenschaften– „erste Vertiefungsrichtung“.

Folgende Vertiefungsrichtungen können gewählt werden:

Angewandte Geologie (AG) (Deutsch/Englisch) Berufsperspektiven als Consultant in ingenieurgeologischen Büros und Behörden oder im Bereich Wasserversorgung und Umweltschutz sowie wissenschaftlicher Grundlagenforschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen
Angewandte Mineralogie (AM) (Deutsch) Berufsperspektiven in Forschungsabteilungen der chemischen Industrie oder in material- und prozessorientierten Unternehmensbereichen
Angewandte Sedimentologie – Georessourcen (AS) (Deutsch/Englisch) Berufsperspektiven in der Rohstoffindustrie (Erdöl, Erdgas, Kohle, Geothermie, metallische und nichtmetallische Rohstoffe), in Forschungsinstituten, Behörden und Ingenieurbüros.
Petrologie – Geodynamik – Georessourcen (PG) (Deutsch) Berufsperspektiven in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung, Behörden und der Rohstoffindustrie
Palaeobiology - Palaeoenvironments (PB) (Englisch) Career prospects in basic scientific research, environmental management authorities and companies, as well as in extractive industries.
Earth Systems Research Lab (RL) (Englisch und nur als zweite Vertiefung wählbar) Prospects for sustainable scientific career with focus on international mobility. Target employers: universities, research institutions, museums, scientific publishing companies, geoparks, grant agencies, authorities.

Der Masterstudiengang Geowissenschaften an der FAU Erlangen-Nürnberg setzt sich aus zwei Vertiefungsrichtungen, einem Wahlpflichtnebenfach- und Schlüsselqualifikationsmodulen zusammen.

Die erste Vertiefungsrichtung umfasst Lerninhalte von 45 ECTS Punkten und führt zur Masterarbeit mit Masterkolloquium mit 25 + 5 ECTS Punkten, das zweite Vertiefungsrichtung hat einen Umfang von 30 ECTS Punkten und die Nebenfach- bzw. Schlüsselqualifikationen runden die Inhalte mit 15 ECTS Punkten ab.

Der Studiengang gliedert sich in die Vertiefungsphase im 1. und 2. Semester und die Forschungsphase im 3. und 4. Semester.

In der Vertiefungsphase wird die fachliche und methodische Basis gelegt, um in der Forschungsphase dieses Wissen und die Fähigkeiten praktisch umzusetzen. Die Vertiefungsmodule V1 – V4 und Forschungsmodule F1 & F2 stellen das Lehrangebot sowohl bei der Wahl als 1. als auch als 2. Vertiefungsrichtung dar.

Für die erste Vertiefungsrichtung wird das Lehrangebot durch Ergänzungsmodule E1 & E2 und ein zusätzliches Forschungsmodul F3 erweitert und führt zur Masterarbeit mit Master-Kolloquium (siehe Strukturplan).

Das Ergänzungsfach (EF)-Modul beinhaltet geeignete abgestimmte Angebote. Diese Angebote sind auf der Homepage des GeoZentrums aufgelistet und wird jedes Jahr spätestens zum Beginn des Wintersemesters aktualisiert. Als Schlüsselqualifikationen (SQ) werden fachlich orientierte Industriepraktika, Projektarbeiten, Kartierungen oder vergleichbare Tätigkeiten innerhalb und außerhalb der Universität, die von einem zugelassenen Prüfer zu bewerten sind, angeboten. Alternativ werden auch im Modulpaket (5 ECTS) abgestimmte Veranstaltungen aus dem universitätsweiten Angebot zu Schlüsselqualifikationen anerkannt.

Grundsätzlich umfasst jedes Modul 5 ECTS Punkte, wird mit einer Prüfung abgeschlossen und findet in einem Semester statt.

Presentation of the Master's Course in Geosciences

The GeoZentrum of the FAU offers a wide range of geoscientific disciplines, which reflect various professional perspectives in the industry and economy, at authorities and offices or at universities and research institutions. This variety of discipline combinations as represented in GeoZentrum Nordbayern is one of its own in Germany and offers students the opportunity to select combinations of majors in their master's study that correspond with their interests and abilities as well as different professional needs. Currently 6 majors are offered.

To clearly identify acquired competences in future job application process, an extension indicating the first major will be added to the degree awarded in the form as follows:

Master in Geosciences – „first major“.

Applied Geology (AG) (German/English) Career prospects as a consultant in engineering geological agencies and authorities or in water supply and environmental protection, as well as basic scientific research at universities and research institutions
Applied Mineralogy (AM) (German) Career prospects in research departments of the chemical industry or in material and process-oriented enterprise sectors
Applied Sedimentology and Geological Resources (AS) (German/English) Career prospects in extractive industries (oil, gas, coal, geothermal, metallic and non-metallic raw materials), in research institutes, authorities and engineering companies.
Petrology – Geodynamics – Geological Resources (PG) (German) Career prospects in basic scientific research, public authorities and extractive industries
Palaeobiology - Palaeoenvironments (PB) (English) Career prospects in basic scientific research, environmental management authorities and companies, as well as in extractive industries.
Earth Systems Research Lab (RL) (English and only as second Major) Prospects for sustainable scientific career with focus on international mobility. Target employers: universities, research institutions, museums, scientific publishing companies, geoparks, grant agencies, authorities.

The Master's course in Geosciences at FAU Erlangen-Nuremberg is composed of two majors, one compulsory course selected from several supplementary courses, and key qualifications modules.

The first major consists of learning units amounting to 45 ECTS points and leads towards a Master's thesis and defence worth 25 + 5 ECTS points. The second major comprises 30 ECTS points. Supplementary courses and key qualifications add further 15 ECTS points.

The program is divided into the consolidation phase in the 1st and 2nd semester and the research phase in the 3rd and 4th semesters.

In the consolidation phase, the technical and methodological basis is created for the application of this knowledge and skills in practice during the research phase. The specialization modules V1 - V4 and research modules F1 & F2 provide the curriculum in both the 1st and 2nd major.

In the first major the curriculum is expanded by supplementary modules E1 & E2 and an additional research module F3. This major leads to the Master's thesis and defence (see structure plan below).

The supplementary (EF) module includes adequate, balanced courses. As key qualifications (KQ) technically oriented industry internships, projects, mapping, or similar activities are available inside and outside the university and evaluated by an authorized examiner. Alternatively, coordinated courses from the university-wide listing are recognized as key qualifications modules (5 ECTS each).

Principally, each module corresponds to 5 ECTS points, ends with an exam, and takes place during the semester.

Der prinzipielle Ablauf des Master-Studiums ist folgendermaßen gestaltet:

1. Semester (WiSe): Veranstaltungen zur Erweiterung der Grundlagen, die im Bachelor erlangt wurden und Einführung in die Vertiefungsrichtungen zur Vorbereitung der Gelände- und Laborkurse, die in den folgenden Semestern angeboten werden Vorlesungsfreie Zeit: Industriepraktikum oder Kartierung/Projektarbeit oder Modul Geländeübungen
2. Semester (SoSe): Semesterbegleitende Vorlesungen und Übungen, Schlüsselqualifikations-Modul Vorlesungsfreie Zeit: Industriepraktikum oder Kartierung/Projektarbeit oder Modul Geländeübungen
3. Semester (WiSe): Vertiefung der Kenntnisse über die Forschungsmodule. Umfassen Veranstaltungen, deren Inhalte der unmittelbaren Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen, Schlüsselqualifikations-Modul Vorlesungsfreie Zeit: Industriepraktikum oder Kartierung/Projektarbeit oder Modul Geländeübungen
4. Semester (SoSe): Masterarbeit + Masterkolloquium

Strukturplan Master Geowissenschaften

1. Vertiefung			2. Vertiefung				
1. Semester	30 ECTS	VR1-V1 5 ECTS	VR 1-V2 5 ECTS	VR 1-E1 5 ECTS	VR 2-V1 5 ECTS	VR 2-V2 5 ECTS	WNF-Modul 5 ECTS
2. Semester	30 ECTS	VR 1-V3 5 ECTS	VR 1-V4 5 ECTS	VR 1-E2 5 ECTS	VR 2-V3 5 ECTS	VR 2-V4 5 ECTS	SQ-Modul 5 ECTS
3. Semester	30 ECTS	VR 1-F1 5 ECTS	VR 1-F2 5 ECTS	VR 1-F3 5 ECTS	VR 2-F1 5 ECTS	VR 2-F2 5 ECTS	SQ-Modul 5 ECTS
4. Semester	30 ECTS	Masterarbeit 1. Vertiefung & Masterkolloquium 25 ECTS & 5 ECTS					

Wahl der Vertiefungsrichtungen aus dem Angebot

Angewandte Geologie (AG) (Deutsch/Englisch)

Angewandte Mineralogie (AM) (Deutsch)

Angewandte Sedimentologie – Georessourcen (AS) (Deutsch/Englisch)

Petrologie – Geodynamik – Georessourcen (PG) (Deutsch)

Palaeobiology-Palaeoenvironments (PB) (Englisch)

Earth Systems Research Lab (RL) (Englisch und nur als zweite Vertiefung wählbar)

Vertiefungs- (V) und Ergänzungsmodule (E) im 1. & 2. Semester

Forschungsmodule (F) im 3. Semester

WNF – Wahlnebenfach, SQ - Schlüsselqualifikationen

The schedule of the Master's program is designed as follows:

<p>1. Semester (winter term): Courses expanding basic knowledge acquired in the Bachelor's degree and introduction to the majors in order to prepare students for the field and laboratory courses offered in the following semesters. During the semester break: industrial internship, work on a mapping or research project, or Field Course Module</p>
<p>2. Semester (summer term): Regular lectures and exercises, key qualifications module (KQ) During the semester break: industrial internship, work on a mapping or research project, or Field Course Module</p>
<p>3. Semester (winter term): Consolidation of knowledge through research modules, comprising courses which serve as direct preparation for the Master's thesis; key qualification module (KQ) During the semester break: industrial internship, work on a mapping or research project, or Field Course Module</p>
<p>4. Semester (summer term): Master thesis and defence</p>

Structure plan of Master in Geosciences

		1. Major			2. Major		
1. Semester	30 ECTS	VR1-V1 5 ECTS	VR 1-V2 5 ECTS	VR 1-E1 5 ECTS	VR 2-V1 5 ECTS	VR 2-V2 5 ECTS	SC-Module 5 ECTS
2. Semester	30 ECTS	VR 1-V3 5 ECTS	VR 1-V4 5 ECTS	VR 1-E2 5 ECTS	VR 2-V3 5 ECTS	VR 2-V4 5 ECTS	KQ-Module 5 ECTS
3. Semester	30 ECTS	VR 1-F1 5 ECTS	VR 1-F2 5 ECTS	VR 1-F3 5 ECTS	VR 2-F1 5 ECTS	VR 2-F2 5 ECTS	KQ-Module 5 ECTS
4. Semester	30 ECTS	Master thesis 1. Major & thesis defence 25 ECTS & 5 ECTS					

Choice of offered majors:

- Applied Geology (AG) (German/ English)***
- Applied Mineralogy (AM) (German)***
- Applied Sedimentology and Geological Resources (AS) (German/ English)***
- Petrology – Geodynamics – Geological Resources (PG) (German)***
- Palaeobiology and Palaeoenvironments (PB) (English)***
- Earth Systems Research Lab (English and only as second Major)***

Consolidation (C) und Supplementary modules (S) in 1st & 2nd Semester

Research modules (R) in 3rd Semester

SC – Supplementary course, KQ – Key qualifications

Vertiefungsrichtung: Angewandte Geologie (AG)

Inhalt

Angewandte Geologie hat die beiden Schwerpunkte Ingenieurgeologie und Hydrogeologie, die mit gemeinsamen Modulen miteinander vernetzt sind. Ingenieurgeologie beschäftigt sich vor allem mit den Eigenschaften des Baugrundes, der Ermittlung von Bodenkennwerten, der Stabilität von Fundamenten und Hängen. Weitere Themenbereiche sind Tunnelbau, Altlasten und Geothermie. Hydrogeologie beinhaltet die Beschaffenheit des Grundwassers, dessen Interaktion mit Oberflächengewässern und Hydrodynamik. Vermitteltes hydrogeologisches Wissen beinhaltet Hydrogeochemie, stabile Isotopentechniken, Karsthydrogeologie, Bohrerkundung, praktische Durchführung von Tracer und Pumpversuchen. Industriepraktika sollen im Rahmen der Schlüsselqualifikationen geleistet werden.

Ziele

Die Spezialisierung Angewandte Geologie hat das Ziel Grundlagen in den beiden Hauptrichtungen Hydrogeologie und Ingenieurgeologie zu vermitteln. Hierzu gehört geländeorientierte Ausbildung mit Vermittlung vorangehender Grundlagen. Studenten mit Abschluss der Hauptrichtung Angewandte Geologie sollen in der Lage sein, Aufgabenstellungen in der Wasserversorgung und in der Beurteilung des Baugrundes wissenschaftlich und als Berater zu bearbeiten.

Vertiefungsrichtung: Angewandte Mineralogie (AM)

Inhalte

Die Angewandte Mineralogie befasst sich mit den Wechselbeziehungen von atomarem Aufbau, chemischer Zusammensetzung und den chemischen-physikalischen Eigenschaften der natürlichen und der synthetischen Materie. Das Material steht im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Moderne Untersuchungsmethoden in Ergänzung zum geowissenschaftlichen Grundwissen sind die Basis innovativer Forschungs- und Lösungsansätze („Geo-Mimetik“) zur Bearbeitung aktueller Fragen aus Industrie, Biomedizin oder Umwelt.

Ziele

Die Studentinnen und Studenten in der Vertiefungsrichtung Angewandte Mineralogie vertiefen ihre mineralogischen Kenntnisse und erlernen methodische Ansätze zur Synthese und mineralogischen Charakterisierung von kristallinen und nanoskaligen Materialien. Das erarbeitete Wissen und die praktischen Kompetenzen werden eingesetzt, um definierte geo- und materialwissenschaftliche Fragestellungen in selbständiger Bearbeitung zu lösen, in Berichtsform zu dokumentieren und zu präsentieren. Die Aufgabenstellungen sind anwendungsnah konzipiert und ermöglichen den Masterstudentinnen und -studenten interdisziplinäres Arbeiten zwischen natur- und materialwissenschaftlichen Herausforderungen.

Entsprechend vielfältig sind die beruflichen Tätigkeitsgebiete: Absolventen/innen werden vielfach zur wissenschaftlichen Tätigkeit an Universitäten und in nationalen bzw. internationalen Forschungsinstituten gesucht. In der Mehrzahl finden die Absolventen/innen auch die Möglichkeit, ihre mineralogische Kompetenz in den Forschungsabteilungen der chemischen Industrie aber auch in material- und prozessorientierten Unternehmensbereichen einzusetzen.

Vertiefungsrichtung: Angewandte Sedimentologie-Georessourcen (AS)

Inhalt

Sedimente und Sedimentgesteine sind die mit Abstand wichtigsten Träger von Georessourcen wie Wasser, Kohle, Erdöl und Erdgas, deren wirtschaftliche Akkumulation und Gewinnung vielfach tektonisch kontrolliert wird. Von erheblicher ökonomischer Bedeutung sind hierbei neben den Kohlenwasserstoffen auch die metallischen und nichtmetallischen sedimentären Lagerstätten, die fluviatile und flachmarine Seifen (Diamanten, Gold, Platin, etc.), Phosphorite, Salze und auch die Manganknollen der Tiefsee umfassen. Sedimente sind darüber hinaus von wirtschaftlichem Interesse als Lieferanten von Grundstoffen für die chemische Industrie, Werksteinen und Schüttgütern für Bauzwecke, sowie als potentielle und langfristig sichere Endlagerstätten für chemisch-toxische und radioaktive Abfälle unserer Zivilisation. Veränderungen unseres Lebensraumes und der begleitenden Umweltbedingungen können durch Sedimente hochauflösend archiviert werden. Das Lesen dieser Archive, zum Beispiel anhand von Bohrkernen und geochemischer Proxies, eröffnet die Möglichkeit Kontrollfaktoren und Wechselbeziehungen der beteiligten Prozesse sowie deren Zeitdauer und Wiederholungen (Zyklizitäten) zu erkennen, zu verstehen sowie in Wertigkeit, Umfang und Folgewirkungen besser einzuschätzen. Die marktorientierte Ausrichtung der Studienrichtung kommt klar zum Ausdruck in dem herausragenden Stellenwert, den die Rohstoffindustrie der Ausbildung in den Fachrichtungen Sedimentologie, Beckenanalyse, Log-/Kernanalyse, Strukturgeologie, seismische Interpretation und Geophysik zuerkennt (Geoscientist, 08/1999; AAPG Bulletin, 09/2003).

Ziele

Zielsetzung ist ein Lehrangebot, das sich sowohl an dem aktuellen Kenntnisstand lehrbegleitender Grundlagenforschung, anwendungsbezogener Auftragsforschung durch die Rohstoffindustrie wie auch den Erfordernissen des Arbeitsmarktes für Geowissenschaftler orientiert. Im Zuge der Lehrveranstaltungen soll daher insbesondere das problemorientierte Denken und das selbständige, zielorientierte Handeln in Kernkompetenzen "trainiert" werden. Zur Vertiefung der Lehrinhalte werden inhaltlich aufeinander abgestimmte Vorlesungen, Übungen, Laborkurse und Geländeübungen angeboten. Die Konzeption der Übungen, Labor- und Geländeübungen zielt auch auf die Vermittlung regionalgeologischer Kenntnisse. Die Studienrichtung bietet darüber hinaus die Möglichkeit auch ergänzende Lehrangebote in einer nicht gewählten Vertiefungsrichtung wahrzunehmen.

Vertiefungsrichtung: Petrologie-Geodynamik-Georessourcen (PG)

Inhalt

Die Erdkruste und die Lithosphärenplatten entstanden durch magmatische Prozesse im Zuge der Differentiation der Erde, wobei die kontinentale Lithosphäre einen deutlich komplexeren Aufbau aufweist als die ozeanischen Platten. Die Bildung von Kontinenten und Ozeanen auf der Erde ist einzigartig in unserem Sonnensystem und bietet die Grundlage für die Entstehung und Evolution des Lebens. Die Materialtransporte in der Erde beinhalten magmatische, tektonische und metamorphe Prozesse, die auch maßgeblich die Erdoberfläche beeinflussen, zum Beispiel durch die Auffaltung von Gebirgen, die Entstehung von Vulkanen oder die vulkanische Entgasung. Daher ist ein Verständnis dieser Prozesse unerlässlich, um die Entwicklung unseres Planeten Erde nachzuvollziehen und um mögliche Naturgefahren wie Erdbeben oder Vulkanausbrüche zu verstehen und vorherzusagen. Die magmatischen, metamorphen und tektonischen Prozesse führen allerdings auch häufig zu Anreicherungen von nutzbaren Rohstoffen wie Metallerzen oder Mineralen für die Bauindustrie und das Verständnis dieser Prozesse ergibt wirtschaftlichen Nutzen für den Menschen. Die Studienrichtung Petrologie-Geodynamik-Georessourcen umfasst die Untersuchung der magmatischen, metamorphen und tektonischen Prozesse unter spezieller Berücksichtigung der lagerstättenkundlichen Aspekte in Hinblick auf Anforderungen in der Rohstoffindustrie und der Grundlagenforschung.

Ziele

Das Studienangebot umfasst Bereiche der aktuellen Grundlagenforschung wie auch der angewandten Rohstoffforschung und orientiert sich an den Erfordernissen des Arbeitsmarktes für Geowissenschaftler. Die Lehrveranstaltungen vermitteln das problemorientierte Denken und das selbständige, zielgesetzte Handeln in geowissenschaftlichen Kernkompetenzen. Zur Vertiefung der Lehrinhalte werden inhaltlich aufeinander abgestimmte Vorlesungen, Übungen und Geländepraktika angeboten, wobei besonderer Wert auf die Erlernung von modernen analytischen Methoden im Gelände und im Labor gelegt wird. Die Konzeption der Übungen, Labor- und Geländepraktika zielt auf die Vermittlung prozessorientierter Untersuchungsansätze aber auch regionalgeologischer Kenntnisse. Die Studienrichtung bietet darüber hinaus die Möglichkeit auch ergänzende Lehrangebote in einer nicht gewählten Vertiefungsrichtung wahrzunehmen.

Major: Palaeobiology - Palaeoenvironments (PB)

Contents

Palaeobiology: Life on Earth is affected by multiple environmental processes, but also affects environments. The acute theme of global climate change and its impact on organisms and ecosystems requires a new generation of scientists, which will not only have an in-depth knowledge of evolution in the context of geological processes, but also master quantitative methods to assess biological patterns and their controlling factors.

Besides delving into the morphology and ecology of fossil organisms, we provide theoretical concepts of macroecology and macroevolution, as well as analytical methods in palaeobiology. The latter will focus on statistical techniques and scientific programming.

Palaeoenvironments: The second pillar of this specialization is the reconstruction of fossil environments and their local and global controls. We focus on carbonate systems, which are the result of the metabolic activity of organisms and thus reflect the interplay of the biosphere and the earth-system at large. Students will also learn quantitative methods in palaeoenvironmental reconstruction (especially palaeoclimate), laboratory methods, and oceanography.

Thematic foci of both parts are marine systems (especially coral reefs), biodiversity dynamics, mass extinctions, and evolutionary factors.

Goals

The main goal of this specialization is to provide an in-depth knowledge and methodological toolkit for assessing the diversity of organisms in a spatio-temporal framework. Combined with the ability to reconstruct palaeoenvironments and their physico-chemical controls, students will be prepared for a scientific career in biodiversity research, global change palaeobiology, and carbonate sedimentology. Typical fields of professional activity are universities, international research institutions (e.g., natural history museums), and nature conservation organizations. Besides basic research, graduates are able to work in hydrocarbon exploration and IT bureaus. Students will be internationally competitive in palaeobiological disciplines relying on extensive field work and programming.

Second Major: Earth Systems Research Lab (RL)

Contents

Important steps from a very good student to professional life are the ability to transfer curiosity into research goals, to choose suitable methods and to venture beyond what is already known. This laboratory is an enhancement of the Palaeobiology – Palaeoenvironments programme and also links to other fields such as Environmental Geology. It aims at students interested in pursuing research-oriented careers or professional pathways that require cooperation with other researchers, e.g. in media or policy. The goal of this programme is to help students become professional at the international level through training in cutting-edge and quantitative methods. The Research Lab integrates palaeobiological and environmental data derived from field applications and geochemical as well as sedimentological proxies. Recent developments in sedimentary and environmental geology are also conveyed through lectures. Students work independently on two semester projects that link to ongoing research at the GeoZentrum Nordbayern. Participants will gain important skills in becoming successful in academia and professional life. These include communicating with both professional audiences and the public, and writing reports and scientific articles. Students also learn to identify gaps in current knowledge and to address them by choosing suitable methods and study designs. Students learn these skills in English, which will enhance their employability.

Goals

Students are able to:

- Identify and present outstanding problems in a palaeobiological discipline and environmental sciences
- Formulate research questions and explain their importance
- Propose hypotheses and choose suitable methods to test them
- Develop statistically sound, reproducible study designs and analyse their feasibility
- Collect data derived from a number of sources including field applications, geological outcrops, museum collections, geochemical analyses, literature mining, online databases, and micro- and ultrastructural imaging instruments such as scanning electron microscopy and computer tomography
- Carry out individual projects
- Present the results in a concise and attractive way, at the level of an international conference
- Explain the importance and implications of their research to non-specialists
- Write a scientific publication and professional report

Anlage: Studienverlaufsplan Master Geowissenschaften (M.Sc.)

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem	4. Sem		
Angewandte Geologie (AG) als erste Vertiefungsrichtung												
AG-V1: Grundbau und Statistik	Methoden der Ingenieurgeologie I	1	1			5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Datenauswertung, Statistik, Modellierung und Übungen	1	1				2,5					
AG-V2: Ingenieur- & Hydrogeologie für Fortgeschrittene	Hydrochemie	2				5	5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Ingenieurgeologie für Fortgeschrittene	3										
AG-E1: Grundwassermodellierung	Grundwassermodellierung	2	2			5	5				PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-V3a: Ingenieurgeologische Berechnungen*	Ingenieurgeologische Berechnungen	1	1			5		2,5			PL: Klausur 60 Min.	1
	Methoden der Ingenieurgeologie II	1	1					2,5				
AG-V3b: Environmental Hydrogeology *	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation	3	1				5				PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-E2a: Arbeiten in der Angewandten Geologie**	Ingenieurgeologische Übung und Auswertung		4			5		5			PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-E2b: Arbeiten in der Angewandten Geologie**	Hydrogeologische Übung und Auswertung		2		2			5			PL: Bericht (max. 10 Seiten) mit Präsentation (15 Min.)	1
AG-V4a: Karsthydrogeologie*	Karst und Hydrogeologie	2	2			5		5			PL: Bericht (10-15 Seiten)	1
AG-V4b: Vermessungstechnik*	Hydrogeologische Geländeaufnahme, Vermessung & Auswertung		4					5			PL: Bericht (10-15 Seiten)	1
AG-F1: Methoden der Angewandten Geologie	Methoden der Angewandten Geologie	4				5			5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-F3a: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie*	Georisiken und Massenbewegungen	2				5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Seminare der Angewandten Geologie				2				2,5			
AG-F3b: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie*	Modellierung	2	1			5			2,5		PL: Bericht (15-20 Seiten)	1
	Seminare der Angewandten Geologie				2				2,5			
AG-F2a: AS-F3 Energieressourcen***	Geo-Energieressourcen		1		1	5			2,5		PL: Klausur 90 Min.	1
	Geothermie/Erschließung und Nutzung		1		1				2,5			
AG-F2b: PG-F3 Methoden der Petrologie***	Praktikum Petrologische Methoden	1	3			5			5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-F2c: AS-F2 Sedimentary geochemistry ***	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis	2				5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab	1	1						2,5			

		17-23	9-17	0	2-8	45	15	15	15	0	
		Summe SWS: 30-45									

*Die Studierenden haben entweder Pfad a oder Pfad b zu wählen.

Die Studierenden haben eines der Ergänzungsmodule zu wählen; *Die Studierenden haben eines der drei Module zu wählen.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Angewandte Geologie (AG) als zweite Vertiefungsrichtung												
AG-V1: Grundbau und Statistik	Methoden der Ingenieurgeologie I	1	1			5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Datenauswertung, Statistik, Modellierung und Übungen	1	1				2,5					
AG-V2: Ingenieur- & Hydrogeologie für Fortgeschrittene	Hydrochemie	2				5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Ingenieurgeologie für Fortgeschrittene	3					2,5					
AG-V3a: Ingenieurgeologische Berechnungen*	Ingenieurgeologische Berechnungen	1	1			5		2,5			PL: Klausur 60 Min.	1
	Methoden der Ingenieurgeologie II	1	1					2,5				
AG-V3b: Environmental Hydrogeology*	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation	3	1					5			PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-V4a: Karsthydrogeologie *	Karst und Hydrogeologie	2	2			5		5			PL: Bericht (10-15 Seiten)	1
AG-V4b: Vermessungstechnik *	Hydrogeologische Geländeaufnahme, Vermessung & Auswertung		4						5			PL: Bericht (10-15 Seiten)
AG-F1: Methoden der Angewandten Geologie	Methoden der Angewandten Geologie	4				5			5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-F2a: AS-F3 Energieressourcen***	Geo-Energieressourcen		1		1	5			2,5		PL: Klausur 90 Min.	1
	Geothermie/Erschließung und Nutzung		1		1				2,5			
AG-F2b: PG-F3 Methoden der Petrologie***	Praktikum Petrologische Methoden	1	3						5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
AG-F2c: AS-F2 Sedimentary geochemistry***	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis	2							2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab	1	1						2,5			
		11-15	5-10	0	0-2	30	10	10	10	0		
		Summe SWS: 19-29										

*Die Studierenden haben entweder Pfad a oder Pfad b zu wählen.

***Die Studierenden haben eines der drei Module zu wählen.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Angewandte Mineralogie (AM) als erste Vertiefungsrichtung												
AM-V1: Kristallchemie und Phasenlehre	Kristallchemie	1	1			5	2				PL: Kolloquium 15 Min.	1
	Phasenlehre (Zwei- und Mehrstoffsysteme)	1	1				3					
AM-V2: Pulverdiffraktometrie	Pulverdiffraktometrie	2	2			5	5				PL: Klausur 60 Min.	1
AM-E1: Material und Methoden	Mineralogische Methoden	1	1			5	3				PL: Klausur 60 Min.	1
	Hochleistungskeramiken	2					2					
AM-V3: Mikrosondenanalytik	Hochtemperatur-Synthesen	2				5		2			PL: Kolloquium 15 Min.	1
	Mikrosondenanalytik	1	2					3				
AM-V4: Rietveld	Rietveldkurs	2	2			5		5			PL: Kolloquium 15 Min.	1
AM-E2: Bindemittel	Zementmineralogie	3				5		3			PL: Kolloquium 20 Min.	1
	Seminar Angewandte Mineralogie				2			2				
AM-F1: Spezielle Keramiken und Einkristalle	Spezielle Keramiken und Einkristalle (Synthese, Charakterisierung und Eigenschaften)	1	4			5			5		PL: Hausarbeit (max. 30 Seiten)	1
AM-F2: BioMat	Calciumaluminat- u. -phosphate (Synthese, Charakterisierung, Hydratation und in-situ Untersuchung)	1	4			5			5		PL: Präsentation (max. 30 Folien, 30 Min.)	1
AM-F3: Zement	Portlandzement (Synthese u. Charakterisierung, Hydratation u. in-situ Charakterisierung)	1	4			5			5		PL: Hausarbeit (max. 30 Seiten)	1
		18	21	0	2	45	15	15	15	0		
		Summe SWS: 41										

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Angewandte Mineralogie (AM) als zweite Vertiefungsrichtung												
AM-V1: Kristallchemie und Phasenlehre	Kristallchemie	1	1			5	2				PL: Kolloquium 15 Min.	1
	Phasenlehre (Zwei- und Mehrstoffsysteme)	1	1				3					
AM-V2: Pulverdiffraktometrie	Pulverdiffraktometrie	2	2			5	5				PL: Klausur 60 Min.	1
AM-V3: Mikrosondenanalytik	Hochtemperatur-Synthesen	2				5		2			PL: Kolloquium 15 Min.	1
	Mikrosondenanalytik	1	2					3				
AM-V4: Rietveld	Rietveldkurs	2	2			5		5			PL: Kolloquium 15 Min.	1
AM-F1: Spezielle Keramiken und Einkristalle	Spezielle Keramiken und Einkristalle (Synthese, Charakterisierung und Eigenschaften)	1	4			5			5		PL: Hausarbeit (max. 30 Seiten)	1
AM-F2: BioMat	Calciumaluminat u. -phosphate (Synthese, Charakterisierung, Hydratation und in-situ Untersuchung)	1	4			5			5		PL: Präsentation (max. 30 Folien, 30 Min.)	1
		11	16	0	0	30	10	10	10	0		
		Summe SWS: 27										

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Angewandte Sedimentologie (AS) als erste Vertiefungsrichtung												
AS-V1: Becken- und Bohrungsanalyse	Methoden der Beckenanalyse		1		1	5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Bohrungen + Bohrlochgeophysik		1		1		2,5					
AS-V2: Strukturgeologie-Tektonik	Störungssysteme		1		1	5	2,5				PL: Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Strukturgeologie und Mikrotektonik				2		2,5					
AS-E1a: PG-V2 Metallische Rohstoffe**	Lagerstättenkunde	2	1			5	3				PL: Klausur 60 Min.	1
	Erzmikroskopie	1	1				2					
AS-E1b: PB-E1 Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks **	Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks	1	3				5					PL: Klausur 60 Min.
AS-V3: Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik	Sedimentpetrographie + Diagenese		1		1	5		2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
	Petrophysik + Reservoirpetrologie				1			1,25				
	Analytische Methoden		1					1,25				
AS-V4: Geophysik	Geländeübung Geophysik		3			5		3			PL: Hausarbeit (max. 20 Seiten)	1
	Seismische Interpretation I (2D)		1		1			2				
AS-E2a: PG-E2 Geländepraktika, Lagerstätten und Strukturen**	Geländepraktikum Lagerstättenkunde		2,5			5		2,5			PL: Hausarbeit (max. 20 Seiten)	1
	Geländepraktikum Strukturgeologie		2,5					2,5				
AS-E2b:PB-V4 Palaeobiology II **	Macroecology	1	1						2,5			PL: Hausarbeit (max. 10 Seiten)
	Biofacies and Palaeoecology		2					2,5				
AS-F1: Seismische Reservoirinterpretation	Seismische Interpretation II (3D)		1		1	5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Seismo- und Sequenzstratigraphie		1		1				2,5			
AS-F2: Sedimentary geochemistry	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis	2				5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab	1	1						2,5			
AS-F3: Energieressourcen	Geo-Energieressourcen		1		1	5			2,5		PL: Klausur 90 Min.	1
	Geothermie: Erschließung & Nutzung		1		1				2,5			
		4-7	19-22	0	12	45	15	15	15	0		
		Summe SWS: 36-39										

**Die Studierenden haben jeweils eines der Ergänzungsmodul zu wählen.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Angewandte Sedimentologie (AS) als zweite Vertiefungsrichtung												
AS-V1: Becken- und Bohrungsanalyse	Methoden der Beckenanalyse		1		1	5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Bohrungen + Bohrlochphysik		1		1		2,5					
AS-V2: Strukturgeologie-Tektonik	Störungssysteme		1		1	5	2,5				PL: Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Strukturgeologie und Mikrotektonik				2		2,5					
AS-V3: Sedimentpetrographie – Diagenese - Petrophysik	Sedimentpetrographie + Diagenese		1		1	5		2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
	Petrophysik + Reservoirpetrologie				1			1,25				
	Analytische Methoden		1					1,25				
AS-V4: Geophysik	Geländeübung Geophysik		3			5		3			PL: Hausarbeit (max. 20 Seiten)	1
	Seismische Interpretation I (2D)		1		1			2				
AS-F1: Seismische Reservoirinterpretation	Seismische Interpretation II (3D)		1		1	5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Seismo- und Sequenzstratigraphie		1		1				2,5			
AS-F2: Sedimentary geochemistry	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis	2				5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab	1	1						2,5			
		3	12	0	10	30	10	10	10	0		
		Summe SWS: 25										

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Petrologie-Geodynamik-Georessourcen (PG) als erste Vertiefungsrichtung												
PG-V1: Petrologie I	Magmatismus und Plattentektonik	2				5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Petrologie der Metamorphite	2					2,5					
PG-V2: Metallische Rohstoffe	Lagerstättenkunde	2	1			5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Erzmikroskopie	1	1				2,5					
PG-E1a: AS-V2 Strukturgeologie-Tektonik**	Störungssysteme	0	1		1	5	2,5				PL: Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Strukturgeologie + Mikrotektonik	2					2,5					
PG-E1b: AG-V2 Ingenieur & Hydrogeol. für Fortgeschrittene**	Hydrochemie	2				5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Ingenieurgeologie für Fortgeschrittene	3					2,5					
PG-V3: Petrologie II	Magmatische Gesteine		2			5		2,5			PL: Klausur 60 Min.	1
	Metamorphe Gesteine	1	1					2,5				
PG-V4: Petrologie III	Phasenpetrologie und Thermodynamik	1	2			5		3			PL: Klausur 60 Min.	1
	Isotopengeochemie	2						2				
PG-E2a: Geländepraktika Lagerstätten & Strukturen**	Geländepraktikum Lagerstättenkunde		2,5			5		2,5			PL: Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Geländepraktikum Strukturgeologie		2,5					2,5				
PG-E2b: AG-V3b Environmental Hydrogeology **	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation	3	1					5			PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
PG-F1: Petrologie IV	Praktikum Petrologische Methoden	1	3			5			5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
PG-F2: Geodynamik und Vulkanologie	Vulkanologie	2				5			2,5		PL: Vortrag 45 Min.	1
	Chemische Geodynamik				2				2,5			
PG-F3a: Methoden der Petrologie****	Analytische Methoden der Petrologie				4				5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
PG-F3b: AS-F3 Energie-ressourcen****	Geo-Energieressourcen		1		1	5			2,5		PL: Klausur 90 Min.	1
	Geothermie: Erschließung und Nutzung		1		1				2,5			
PG-F3c: AG-F3a Georisiken & Seminar****	Georisiken & Massenbewegungen	2				5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Seminare der Angewandten Geologie				2				2,5			
PG-F3d: AG-F1 Methoden der Angewandten Geologie****	Methoden der Angewandten Geologie	4							5		PL: Bericht (max. 5 Seiten)	1
		16	11		2-	45	15	15	15	0		
		-	-	0	7							
		28	18			Summe SWS: 38-40						

**Die Studierenden haben jeweils eines der Ergänzungsmodul zu wählen.

**** Die Studierenden haben eines der vier Module zu wählen..

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Petrologie-Geodynamik-Georessourcen (PG) als zweite Vertiefungsrichtung												
PG-V1: Petrologie I	Magmatismus und Plattentektonik	2				5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Petrologie der Metamorphite	2					2,5					
PG-V2: Metallische Rohstoffe	Lagerstättenkunde	2	1			5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Erzmikroskopie	1	1				2,5					
PG-V3: Petrologie II	Magmatische Gesteine		2			5		2,5			PL: Klausur 60 Min.	1
	Metamorphe Gesteine	1	1					2,5				
PG-V4: Petrologie III	Phasenpetrologie und Thermodynamik	1	2			5		3			PL: Klausur 60 Min.	1
	Isotopengeochemie	2						2				
PG-F1: Petrologie IV	Praktikum Petrologische Methoden	1	3			5			5		PL: Bericht (max. 10 Seiten)	1
PG-F2: Geodynamik und Vulkanologie	Vulkanologie	2				5			2,5		PL: Vortrag 45 Min.	1
	Chemische Geodynamik				2				2,5			
		14	10	0	2	30	10	10	10	0		
		Summe SWS: 26										

Module	Course	Semester hours				Total ECTS	Workload per Semester in ECTS points				Exam	Factor Grade
		L	E	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Palaeobiology – Palaeoenvironments (PB) as first Major												
PB-V1: Consolidation of basics I	Morphology, Systematics and Ecology of Invertebrates	1	3			5	5				PL: WE ¹ 60 Min.	1
PB-V2: Consolidation of basics II	Systematics, Ecology and Biostratigraphy of Microfossils	2	2			5	4				PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Methods of Biostratigraphy	1					1					
PB-E1: Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks	Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks	1	3			5	5				PL: WE ¹ 60 Min.	1
PB-V3: Palaeobiology I	Macroevolution	2				5		3			PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Introduction to Phylogenetic Analysis			1				2				
PB-V4: Palaeobiology II	Macroecology	1	1			5		2,5			PL: Assignment (max. 10 pages)	1
	Biofacies and Palaeoecology		2					2,5				
PB-E2: Analytical Palaeobiology	Analytical Palaeobiology		4			5		5			PL: Presentation 20 Min	1
PB-F1: Palaeontological Research I	Proxies in palaeoenvironmental reconstructions	1	1			5			2,5		PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Laboratory methods in palaeontology		2						2,5			
PB-F2: Palaeontological Research II	Geobiology of reefs	1	1			5			2,5		PL: Presentation 20 Min.	1
	Programming and statistics in palaeobiology		2						2,5			
PB-F3: Palaeontological Research III	Hypothesis testing in palaeobiology				2	5			2,5		PL: WE ¹ 30 Min.	1
	Oceanography	1	1						2,5			
		11	22	1	2	45	15	15	15	0		
		Summe SWS: 36										

¹ WE = Written Exam.

Module	Course	Semester hours				Total ECTS	Workload per Semester in ECTS points				Exam	Factor Grade
		L	E	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Palaeobiology – Palaeoenvironments (PB) as second Major												
PB-V1: Consolidation of basics I	Morphology, Systematics and Ecology of Invertebrates	1	3			5	5				PL: WE ¹ 60 Min.	1
PB-V2: Consolidation of basics II	Systematics, Ecology and Biostratigraphy of Microfossils	2	2			5	4				PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Methods of Biostratigraphy	1					1					
PB-V3: Palaeobiology II	Macroevolution	2				5		3			PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Introduction to Phylogenetic Analysis			1				2				
PB-V4: Palaeobiology II	Macroecology	1	1			5		2,5			PL: Assignment (max. 10 pages)	1
	Biofacies and Palaeoecology		2					2,5				
PB-F1: Palaeontological Research I	Proxies in palaeoenvironmental reconstructions	1	1			5			2,5		PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Laboratory methods in palaeontology		2						2,5			
PB-F2: Palaeontological Research II	Geobiology of reefs	1	1			5			2,5		PL: Presentation 20 Min.	1
	Programming and statistics in palaeobiology		2						2,5			
		9	14	1	0	30	10	10	10	0		
		Summe SWS: 24										

¹WE = Written Exam.

Module	Course	Semester hours				Total ECTS	Workload per Semester in ECTS points				Exam	Factor Grade
		L	E	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Earth Systems Research Lab (RL) as second Major												
RL-V1: AS-F2 Sedimentary geochemistry	Geochemical Proxies in Palaeoenvironmental Analysis	2				5	2,5				PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Geochemical Proxies in Palaeoenvironmental Analysis - lab	1	1				2,5					
RL-V1: PB-F1: Palaeontological Research I*	Proxies in Palaeoenvironmental Reconstructions	1	1			5	2,5				PL: WE ¹ 60 Min.	1
	Laboratory Methods in Palaeontology		2				2,5					
RL-V2: Earth Systems Research Lab I	Research Project Design			2	2	5	5				PL: Project Proposal (max. 15 pages)	1
RL-V3: Earth Systems Research Lab II	Literature Seminar				2	5		2,5			PL: Research article (6 publication-formatted pages) SL: Presentation of literature relevant to a selected topic 30 Min	1
	Research Project Implementation			2			2,5					
RL-V4: AG-V3b Environmental Hydrogeology	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation	3	1			5		5			PL: Report (max. 10 pages)	1
RL-V4: PB-E2: Analytical Palaeobiology**	Analytical Palaeobiology		4			5		5			PL: Presentation 20 Min.	1
RL-F1: Earth Systems Research Lab III	Data Mining and Analysis in Earth System Research			3	1	5			5		Presentation (30 Min.)	1
RL-F2: Earth Systems Research Lab IV	Science Communication				3	5			5		Presentation (60 Min.)	1
		1-6	2-7	7	8	30	10	10	10	0		
		Total SH: 23				30						

* Alternative module to RL-V1 if RL-V1 is part of the first Major.

** Alternative module to RL-V4 if RL-V4 is part of the first Major.

1 WE = Written Exam.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.		
Wahlnebenfachmodul												
Liste ist vor Beginn jedes WiSe auf der Homepage des GeoZentrums einsehbar ¹	Je nach Modul					5	5				Je nach Modul	0
						5	5	0	0	0		
		Summe SWS:										

¹ Vgl. § 48a.

Schlüsselqualifikationen												
Schlüsselqualifikation I	Industriepraktika (4 Wochen)					5		5			Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Kartierungen (12 Tage)							5			Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Geländeübungen (12 Tage)							5			Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Projektarbeit o. vergleichbare Tätigkeiten (4 Wochen)							5			Bericht (max. 20 Seiten)	1
Schlüsselqualifikation II	Industriepraktika (4 Wochen)					5			5		Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Kartierungen (12 Tage)								5		Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Geländeübungen (12 Tage)								5		Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Projektarbeit o. vergleichbare Tätigkeiten (4 Wochen)								5		Bericht (max. 20 Seiten)	1
						10	0	5	5	0		
		Summe SWS										

Masterarbeit												
Masterarbeit	Schriftliche Masterarbeit					30				25	Masterarbeit (40-60 Seiten), 5/6 der Gesamtleistung, und Vortrag (20 Min.), 1/6 der Gesamtleistung	1
	Verteidigung der Masterarbeit									5		
						30	0	0	0	30		
		Summe SWS: 60										

Masterstudiengang Geowissenschaften

Modulbeschreibungen

Folgende Vertiefungsrichtungen werden aktuell angeboten:

Angewandte Geologie (AG) (Deutsch/Englisch) Berufsperspektiven als Consultant in ingenieurgeologischen Büros und Behörden oder im Bereich Wasserversorgung und Umweltschutz sowie wissenschaftlicher Grundlagenforschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen
Angewandte Mineralogie (AM) (Deutsch) Berufsperspektiven in Forschungsabteilungen der chemischen Industrie oder in material- und prozessorientierten Unternehmensbereichen
Angewandte Sedimentologie – Georessourcen (AS) (Deutsch/Englisch) Berufsperspektiven in der Rohstoffindustrie (Erdöl, Erdgas, Kohle, Geothermie, metallische und nichtmetallische Rohstoffe), in Forschungsinstituten, Behörden und Ingenieurbüros.
Petrologie – Geodynamik – Georessourcen (PG) (Deutsch) Berufsperspektiven in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung, Behörden und der Rohstoffindustrie
Palaeobiology - Palaeoenvironments (PB) (Englisch) Career prospects in basic scientific research, environmental management authorities and companies, as well as in extractive industries.
Earth Systems Research Lab (RL) (Englisch und nur als zweite Vertiefung wählbar) Prospects for sustainable scientific career with focus on international mobility. Target employers: universities, research institutions, museums, scientific publishing companies, geoparks, grant agencies, authorities.

1	Modulbezeichnung	AG-V1: Grundbau & Statistik	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Methoden der Ingenieurgeologie (V) 1 SWS Methoden der Ingenieurgeologie (Ü) 1 SWS Datenauswertung, Statistik, Modellierung & Übungen (V) 1 SWS Datenauswertung, Statistik, Modellierung & Übungen (Ü) 1 SWS	
3	Dozenten	Dr. M. Bayer (LGA) Dr. A. Baier (GZN)	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Rohn
5	Inhalt	<p><u>Methoden der Ingenieurgeologie:</u> Baugruben und Böschungen, Gründungen und Fundamente, Spezialgründungen, Erdstatische Berechnungen, Ausführung eines Gründungsgutachtens, Grundwasserproblematik in Zusammenhang mit Bauvorhaben, Erkundungsverfahren.</p> <p><u>Daten, Auswertung, Statistik, Modellierung & Übungen I:</u> Einführung in Tabellenkalkulation, Formelberechnungen, Pivot-Tabellen, automatische Datenauswertung, Näherungsiterationen, statistische Analysen und Auswertungen, Korrelations- und Regressionsbestimmungen, Lösung geologischer und hydrologischer Probleme in 3-D-Flächenmodellierung, graphische Darstellung der Ergebnisse.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • ingenieurgeologische bodenmechanische und baugrundtechnische Grundlagen zu Baugruben und Böschungen, Gründungen und Fundamenten und Spezialgründungen beschreiben • erdstatische Berechnungen selbstständig durchführen und hinterfragen • ein Baugrundgutachten selbstständig erstellen und ausarbeiten • geologische und hydrogeologische Korrelations- und Regressionsbestimmungen anfertigen und bewerten • geologische und hydrogeologische Probleme in 3-D-Flächenmodellierung selbstständig lösen • komplexe Datensätze der angewandten Geologie mithilfe von Tabellenkalkulationssoftware (z.B. Excel) auswerten, darstellen und interpretieren • eine statistische Interpretation von größeren Datensätzen der Hydrogeologie mit verschiedenen graphischen Darstellungen erstellen und einschätzen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ (1. und 2. Vertiefungsrichtung)
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Grundbau-Taschenbuch Lang & Huder: Bodenmechanik und Grundbau

1	Modulbezeichnung	AG-V2: Ingenieur- & Hydrogeologie für Fortgeschrittene	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Hydrochemie (V) 2 SWS Ingenieurgeologie für Fortgeschrittene (V) 3 SWS	
3	Dozenten	Prof. PhD J. Barth Prof. Dr. J. Rohn	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. PhD J. Barth
5	Inhalt	<p><u>Hydrochemie:</u> Die Vorlesung umfasst Untersuchungen und Darstellungen von Lösungsgehalten wässriger Lösungen sowie von Gleichgewichten und Speziesverteilungen von Haupt- und Nebenelementen sowie ausgewählten organischen Substanzen. Die Evolution verschiedener natürlicher Gewässer unter Berücksichtigung sich ändernder pH- und Redox-Bedingungen sowie mikrobiologischen Einflüssen werden an praktischen Beispielen untersucht. Hierbei fällt das Hauptgewicht auf anorganische Chemie.</p> <p><u>Ingenieurgeologie für Fortgeschrittene:</u> Die Veranstaltung gibt einen vertiefenden Überblick über grundlegende Methoden der Ingenieurgeologie. Themengebiete sind Einführung in die Geothermie, Messungen im Tunnelbau, Deponien und Altlasten, Standfestigkeit von Klufkkörpern, Spannungs- und Setzungsberechnung im Untergrund, Baugrundverbesserungsverfahren, Baugruben und Verbauverfahren, Frosteinwirkung im Untergrund, Lösen von Boden und Fels, Verdichtung und Verdichtungskontrolle.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösungsgehalte wässriger Lösungen sowie Gleichgewichte und Speziesverteilungen von Haupt- und Nebenelementen und ausgewählte organische Substanzen untersuchen und darstellen und interpretieren • Hydrogeologische Austauschprozesse (Grund- und Oberflächengewässer) interpretieren • Mischung von Wässern und Gesteins-Wasser-Interaktionen beschreiben und beurteilen • die Evolution verschiedener natürlicher Gewässer unter Berücksichtigung sich ändernder pH- und Redox-Bedingungen sowie mikrobiologischer Einflüsse untersuchen • einen vertieften Überblick über grundlegende Methoden (Geothermie, Messungen im Tunnelbau, Deponien und Altlasten, Standfestigkeit von Klufkkörpern, Spannungs- und Setzungsberechnung im Untergrund, Baugrundverbesserungsverfahren, Baugruben und -verbauverfahren, Frosteinwirkung im Untergrund, Lösen von Boden und Fels, Verdichtung und Verdichtungskontrolle) der Ingenieurgeologie wiedergeben und deren Anwendungen rechnerisch erfassen • Baugutachten und die Planung von Fundamentbauten und Hangabsicherungen anfertigen und bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ und Ergänzungsmodul in der Vertiefungsrichtung „Angewandte Sedimentologie-Georessourcen“
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Drever: The Geochemistry of Natural Waters Schwartz / Zhang: Fundamentals of Groundwater Prinz & Strauß: Abriss der Ingenieurgeologie

1	Modulbezeichnung	AG-E1: Grundwassermodellierung	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Grundwassermodellierung (V) 2 SWS Grundwassermodellierung (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Dr. A. Baier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. A. Baier
5	Inhalt	Die Erstellung und Beurteilung von Grundwasserströmungsmodellen wird neben der Bestimmung von Einzugsgebieten und Schadstoffausbreitung auch in der Geothermie und im Tiefbau eingesetzt. Der Kurs behandelt die Erstellung von konzeptionellen und numerischen Grundwassermodellen aufgrund von hydrogeologischen Parametern. Mittels Übungen am Rechner (MODFLOW und andere Programme) werden die Randbedingungen, die notwendige räumliche und zeitliche Diskretisierung und die Kalibrierungsstrategie vermittelt. Zudem werden Eindeutigkeit, Genauigkeit und Stabilität der Modellergebnisse untersucht.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sollten mit Abschluss des Moduls folgende Fähigkeiten erwerben <ul style="list-style-type: none"> • Konzeptionelle und numerische Grundwassermodelle aufgrund von hydrogeologischen Parametern mathematisch modellieren, darstellen und interpretieren • mit Hilfe von Modflow und anderen Programmen die Randbedingungen, die notwendige räumliche und zeitliche Diskretisierung und die Kalibrierungsstrategie ermitteln • die Eindeutigkeit, Genauigkeit und Stabilität der Modellergebnisse untersuchen und bewerten • Aquiferparameter und –Geometrie und die Transportprozesse von regionalen Grundwasserströmungen ermitteln • Grundwasserfließrichtungen, Mengen und Fließzeiten im Modell als Voraussagewerkzeug erfassen und einen Überblick über reaktiven Stofftransport geben
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ (1. Vertiefungsrichtung)
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 108 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Chiang, W.H. (2005) 3D-Groudwater Modeling with PMWIN, Springer Verlag, Heidelberg, 397 S. (ISBN 3-540-27590-8) Tóth, J. (2009): Gravitational Systems of Groundwater Flow, Cambridge University Press, 297S. (ISBN 978-0-521-88638-3)

1	Modulbezeichnung	AG-V3a: Ingenieurgeologische Berechnungen	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Ingenieurgeologische Berechnungen (V) 1 SWS Ingenieurgeologische Berechnungen (Ü) 1 SWS Methoden der Ingenieurgeologie II (V) 1 SWS Methoden der Ingenieurgeologie II (Ü) 1 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. J. Rohn M. Bayer (LGA)	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Rohn
5	Inhalt	<p><u>Ingenieurgeologische Berechnungen:</u> Der Kurs umfasst die theoretische und praktische Anwendung folgender Berechnungs- und Konstruktionsverfahren: Stabilitätsanalyse von Felsböschungen mit der Lagenkugel, Spannungs- und Setzungsberechnung für Fortgeschrittene, Auswertung geotechnischer Messverfahren in Locker- und Festgesteinen.</p> <p><u>Methoden der Ingenieurgeologie II:</u> Der Kurs umfasst folgende Themengebiete: Bauen in Grundwasser, Bauen in Karstgebieten; Baugruben und Grundwasserabsenkung, Baugruben und Grundwassermessstellen; Schäden im Gründungsbereich, Berechnungsbeispiele.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • theoretische und praktische Anwendung folgender Berechnungs- und Konstruktionsverfahren selbstständig durchführen • Stabilitätsanalysen von Felsböschungen mit der Lagenkugel, Spannungs- und Setzungsberechnungen für Fortgeschrittene ausarbeiten und herstellen • Geotechnische Messverfahren in Locker- und Festgesteinen anwenden, die Daten auswerten und darstellen und interpretieren • kennzeichnende Parameter von Massenbewegungen in alpinem Gelände quantifizieren • die Fehler von Messwerten zur Charakterisierung des Risikopotentials von untersuchten Massenbewegungen betrachten und bewerten • detaillierte Spezialkartierungen an ausgewählten Massenbewegungen erstellen • geotechnische Geländedaten beurteilen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul Ingenieur- und Hydrogeologie für Fortgeschrittene aus 1. Semester Masterstudiengang
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Master Studiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Grundbau-Taschenbuch Lang & Huder: Bodenmechanik und Grundbau Prinz & Strauß: Abriss der Ingenieurgeologie

1	Module	AG-V3b: Environmental Hydrogeology AG-V3b: Environmental Hydrogeology	5 ECTS
2	Course	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation (L) 3 SWS Tracers, Isotopes & Natural Attenuation (E) 1 SWS	
3	Lecturers	Prof. PhD J. Barth	

4	Responsible person	Prof. PhD J. Barth
5	Contents	The course provides an overview of various aquifer tracer techniques involving color and salt tracers to determine groundwater flow rates. Isotope tracers are presented and serve to introduce concepts of large-scale isotope hydrogeology. Here the focus is on environmental isotopes in geohydrological and carbon cycles. Principles are explained with several examples. The course also includes a 1.5 to 2-day tracer experiment.
6	Learning Objectives and Competences	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • understand, plan and perform local tracer studies on surface and groundwater systems • understand and interpret large-scale mass balance of C, H, N and O isotopes • apply various tracer techniques for aquifers using color and salt tracers, and infer groundwater flow rates • understand the principle of mass balance of stable isotopes and apply it independently
7	Prerequisites	None, but basic knowledge of hydrogeology is recommended
8	Incorporation in study plan	2. Semester
9	Usability of the module	Obligatory for Master Students in „Angewandte Geologie“ and “Earth systems Research Lab”. Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments. This course is open to students of all majors.
10	Examination criteria	Report (max. 10 pages)
11	Grading	Report 100%
12	Regular cycle	Summer term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Clark, I.D. & Fritz, P. (1997) Environmental Isotopes in Hydrogeology, CRC Press Mook, W.G. (2005) Introduction to Isotope Hydrology, Taylor & Francis Kendall, C. & McDonnell, J.J. (1999) Isotope Tracers in Catchment Hydrology, Elsevier Käss, W. (1998) Tracing Technique in Geohydrology, CRC Press,

1	Modulbezeichnung	AG-E2a: Arbeiten in der Angewandten Geologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Ingenieurgeologische Übung und Auswertung (Ü) 4 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. J. Rohn	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Rohn
5	Inhalt	Inhalte der Geländeübung <ul style="list-style-type: none"> • Inklinometermessungen • Anlegen und Messen von Konvergenzmessstrecken • Piezometermessungen • Geotechnische Detailkartierung • Aufnahme und Konstruktion eines geotechnischen Detailprofils
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • geotechnische Geländemessungen erheben und auswerten • ein geotechnisches Detailprofil aufnehmen und konstruieren • detaillierte Spezial- und Detailkartierungen an ausgewählten Massenbewegungen durchführen und darstellen • ingenieurgeologische Erkundungs- und Messmethoden und ihre Einsatzgebiete kennen • selbstständig Inklinometermessungen durchführen, Konvergenzmessstrecken anlegen und messen, Piezometermessungen durchführen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul Ingenieur- und Hydrogeologie für Fortgeschrittene aus 1. Semester Masterstudiengang
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch/Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Grundbau-Taschenbuch Lang & Huder: Bodenmechanik und Grundbau Prinz & Strauß: Abriss der Ingenieurgeologie

1	Modulbezeichnung	AG-E2b: Arbeiten in der Angewandten Geologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Hydrogeologische Übung und Auswertung (Ü) 2 SWS Hydrogeologische Übung und Auswertung (S) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. PhD J. Barth	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. PhD J. Barth
5	Inhalt	<p>Der Kurs umfasst ein Vorbereitungsseminar während der Vorlesungszeit und eine Übung in der vorlesungsfreien Zeit mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pumpversuchen • Nivellieren von Grundwassermessstellen • Anlegen eines Grundwassergleichenplanes • Tiefenspezifische Erfassung von Grundwasserfließgeschwindigkeiten und Durchlässigkeiten mit Flowmeter • Farbtracerversuch • Verschiedene Tests an Piezometern (Slug Test, bailer test, Push-Pull Verfahren) • Geoprobe (automatisiertes Push Pull Gerät) <p>Der Kurs soll in wechselnden Zusammenarbeiten mit anderen Universitäten und Gruppen mit guter Ausrüstung in hydrogeologischer Erkundung durchgeführt werden</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden sollen folgende Fähigkeiten erwerben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pumpversuche und Farbtracerversuche verstehen, planen und durchführen • Grundwassermessstellen nivellieren • ein Grundwassergleichenplan anlegen • Grundwasserfließgeschwindigkeiten und Durchlässigkeiten mit Flowmeter erfassen • selbstständig und im Team mit ‚Geoprobe‘ arbeiten • mit den Studierenden der anderen Universitäten kooperativ und verantwortlich arbeiten sowie das eigene Kooperationsverhalten in der Gruppe kritisch reflektieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul Ingenieur- und Hydrogeologie für Fortgeschrittene aus 1. Semester Masterstudiengang
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolioprfung Bericht (max. 10 Seiten) Präsentation (15 min)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 50% Präsentation 50%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Langguth und Voigt: Hydrogeologische Methoden Schwartz / Zhang: Fundamentals of Groundwater

1	Modulbezeichnung	AG-V4a: Karsthydrogeologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Karst und Hydrogeologie (V) 2 SWS Karst und Hydrogeologie (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Dr. A. Baier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. A. Baier
5	Inhalt	<p>Die Vorlesung umfasst eine theoretische Einführung in die theoretischen Grundlagen des Exo- und Endokarstes, der unterschiedlichen Karstphänomene, der hydrogeologischen und –chemischen Eigenschaften des Karstgrundwassers, der Quelltypen und der Oberflächengewässer.</p> <p>In der Geländeübung erfolgen neben der Ansprache der Karstphänomene spezielle speläologische Beobachtungen, Aufnahme der Karsttektonik, umfangreiche hydrochemische Aufnahmen und deren Auswertung sowie Interpretation</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die theoretischen Grundlagen des Exo- und Endokarstes, der unterschiedlichen Karstphänomene, der hydrogeologischen und chemischen Eigenschaften des Karstgrundwassers, der Quelltypen und der Oberflächengewässer wiedergeben • Karstphänomene einordnen und eine Karstlandschaft beurteilen • spezielle speläologische Beobachtungen erforschen • im Team eine Aufnahme der Karsttektonik durchführen • die speziellen hydrogeologischen Verhältnisse im Karst, besonders in Hinblick auf die immensen Grund- und Trinkwasservorräte, deren spezifische Vulnerabilität sowie die Gefährdung der allgemeinen Flächennutzung infolge der subterranean Auslaugungs-vorgänge im Karstgebirge beschreiben, erklären und interpretieren • umfangreiche hydrochemische Aufnahmen planen und durchführen, diese auswerten und interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Ergänzungsmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ (1. Vertiefungsrichtung) im Master Studiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (10 – 15 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht (100%)
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Zötl: Karsthydrogeologie Bögli: Karsthydrographie und physische Speläologie

1	Modulbezeichnung	AG-V4b: Vermessungstechnik	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Hydrogeologische Aufnahme, Vermessung & Auswertung (Ü) 4 SWS	
3	Dozenten	Dr. A. Baier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. A. Baier
5	Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich zunächst mit den theoretischen Grundlagen der Vermessungstechnik und der Einführung in die verschiedenen Messgeräte. Bei der Aufnahme erfolgt die praktische Durchführung der geodätischen Messungen über und unter Tage mit verschiedenen Geräten sowie die tektonische und hydrogeologische Aufnahme. Die so gewonnenen Messwerte und Beobachtungen werden schließlich am Computer kartographisch ausgewertet, interpretiert und in Karten sowie in dreidimensionale Modelle überführt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die theoretischen Grundlagen der Vermessungstechnik und eine Einführung in die verschiedenen Messgeräte wiedergeben • im Gelände geodätische Messungen über und unter Tage mit verschiedenen Geräten selbstständig durchführen, auswerten und interpretieren • tektonische und hydrogeologische Daten aufnehmen, ausarbeiten und darstellen • die Messwerte und Beobachtungen am Computer kartographisch auswerten und interpretieren sowie in Karten sowie in dreidimensionale Modelle überführen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul Ingenieur- und Hydrogeologie für Fortgeschrittene aus 1. Semester Masterstudiengang
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Ergänzungsmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Master Studiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (10 – 15 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Deumlich, Fritz: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik Gerhard Groß: Vermessungstechnische Berechnungen / [Aufgabensammlung mit Lösungen]

1	Modulbezeichnung	AG-F1: Methoden der Angewandten Geologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Methoden der Angewandten Geologie (V) 4 SWS	
3	Dozenten	Prof. PhD J. Barth Dr. A. Baier, Prof. Dr. J. Rohn	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. PhD J. Barth
5	Inhalt	<p>Der Kurs umfasst Vorstellung der analytischen und Geländegeräte und Prinzipien mit Erklärung der Funktionsweise in Hydro- und Ingenieurgeologie. Themen sind unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niederschlags- und Verdunstungsmessung mit Wasserbilanzen • Stabile Isotopenmassenspektrometer • ICP MS • Gas und Liquid Chromatographie Geräte • Ionenchromatographen • Spektrophotometer • Geländeequipment (Lichtlot, Pumpen, Logger) • Vor-Ort Bestimmungsanalytik (pH, Eh, O₂, Temp.) • Schergeräte • Kf Meter • Fernerkundungsmethoden • Vermessungsgeräte
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • alle wichtigen Arbeitsmethoden der Angewandten Geologie verstehen und deren Funktionsweise, Prinzipien und Anwendungen erklären • entscheiden welches Geländegerät der Angewandten Geologie sie für welche Fragestellung anwenden, kennen deren Grenzen und können diese für Untersuchungen verwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Rick Brassington: Field Hydrogeology, 3rd Edition Schwartz / Zhang: Fundamentals of Groundwater Prinz & Strauß: Abriss der Ingenieurgeologie Weitere veranstaltungsbedingte Literatur soll selber recherchiert werden

1	Modulbezeichnung	AG-F3a: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Georisiken und Massenbewegungen (V) 2 SWS Seminare der Angewandten Geologie (S) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. J. Rohn, Prof. PhD J. Barth, Dr. A. Baier, Externe Dozenten	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Rohn
5	Inhalt	<p>a) Georisiken und Massenbewegungen Der Kurs umfasst eine Übersicht über die Begriffe Gefahr, Gefährdung, Risiko und Vulnerabilität. Es werden verschiedene geogene Gefahren (Massenbewegungen, Erdbeben, etc.) und Methoden zur Mitigation der Risiken anhand von Fallbeispielen vorgestellt. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Klassifikation und den Mechanismus von Massenbewegungen gelegt. Vertiefung des theoretischen Grundwissens kann gegebenenfalls durch Geländetage mit kleinen Projektstudien an ausgewählten Massenbewegungen ergänzt werden.</p> <p>b) Seminare Angewandte Geologie: Das Arbeitsgruppenseminar findet wöchentlich statt und beinhaltet aktuelle Themen der vergebenen Masterarbeiten, deren Fortschritt und Planung von den Studenten regelmäßig vorgestellt werden soll. Darüber hinaus werden aktuelle Themen der Angewandten Geologie wie Geothermie, Bohrtechniken, Deponiebau, Wirtschaftsgeologie z.T. von externen Dozenten angeboten. Lokale Untersuchungen, Projektanträge, Publikationen, Dissertationen und Aufträge werden in Zusammenarbeit mit dem Seminar zur Angewandten Geologie vorgestellt und diskutiert.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Begriffe Gefahr, Gefährdung, Risiko und Vulnerabilität definieren • geogene Gefahren und Methoden zur Mitigation der Risiken erläutern • den Mechanismus von Massenbewegungen beschreiben und klassifizieren • Naturgefahren selbstständig erkennen und ihr Gefährdungspotential beurteilen • die Inhalte aktueller Themen der angewandten Geologie wie Geothermie, Bohrtechniken, Deponiebau, Wirtschaftsgeologie wiedergeben, erklären, diskutieren und bewerten • ihre Themen und den Fortschritt ihrer Masterarbeit darstellen, erklären, hinterfragen und ausarbeiten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul AG-V3
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Dikau et. al.: Landslide recognition, identification movement and causes.

1	Modulbezeichnung	AG-F3b: Georisiken oder Modellierung mit Seminar Angewandte Geologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Modellierung (V) 2 SWS Modellierung (Ü) 1 SWS Seminar der Angewandten Geologie (S) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. J. Rohn, Prof. PhD J. Barth, Dr. A. Baier Prof. PhD J. Barth, Dr. Baier, Externe Dozenten	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. J. Rohn
5	Inhalt	<p><u>Modellierung</u> Der Kurs umfasst eine Übersicht über Dateneingaben stratigraphischen, tektonischen und hydrogeologischen Karten und Profilen. Daten in 3 Raumrichtungen werden als Karten mit Fließrichtungen von beispielsweise Grundwasser, räumlichen Verteilungen von Schichten und Störungszonen dargestellt und interpoliert.</p> <p><u>Seminar der Angewandten Geologie</u> Das Arbeitsgruppenseminar findet wöchentlich statt und beinhaltet aktuelle Themen der vergebenen Masterarbeiten, deren Fortschritt und Planung von den Studenten regelmäßig vorgestellt werden soll. Darüber hinaus werden aktuelle Themen der Angewandten Geologie wie Geothermie, Bohrtechniken, Deponiebau, Wirtschaftsgeologie z.T. von externen Dozenten angeboten. Lokale Untersuchungen, Projektanträge, Publikationen, Dissertationen und Aufträge werden in Zusammenarbeit mit dem Seminar zur Angewandten Geologie vorgestellt und diskutiert.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine Übersicht über Dateneingaben stratigraphischer, tektonischer und hydrogeologischer Karten und Profile geben • Daten in 3 Raumrichtungen als Karten mit Fließrichtungen von beispielsweise Grundwasser, räumlichen Verteilungen von Schichten und Störungszonen darstellen, interpolieren und beurteilen • selbstständig 3-D Daten erstellen und auswerten • die Inhalte aktueller Themen der angewandten Geologie wie Geothermie, Bohrtechniken, Deponiebau, Wirtschaftsgeologie wiedergeben, erklären, diskutieren und bewerten • Ihre Themen und den Fortschritt ihrer Masterarbeit darstellen, erklären, hinterfragen und ausarbeiten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul AG-V3
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung „Angewandte Geologie“ im Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (15-20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch / Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	http://www.goldensoftware.com/support.shtml

1	Modulbezeichnung	AM-V1: Kristallchemie und Phasenlehre	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Kristallchemie (V) 1 SWS Kristallchemie (Ü) 1 SWS Phasenlehre (Zwei- & Mehrstoffsysteme) (V) 1 SWS Phasenlehre (Zwei- & Mehrstoffsysteme) (Ü) 1 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. Matthias Göbbels	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Göbbels
5	Inhalt	<p><u>Kristallchemie:</u> Zu Beginn der Veranstaltung werden die Grundlagen der Kristallchemie wiederholt und vertieft. Aufbauend darauf wird detailliert auf Aspekte der Kristallstrukturen, wie Ionenradien und Koordinationspolyeder in Mischkristallsystemen, Isomorphie und Polytypie eingegangen. Die Korrelationen von Symmetrie, Kristallchemie und Eigenschaften ausgewählter Verbindungen werden vorgestellt, diskutiert und im Rahmen von Übungen erarbeitet.</p> <p><u>Phasenlehre (Zwei- & Mehrstoffsysteme):</u> Aspekte der Phasenlehre werden anhand von Ein- und Zweistoffsystemen vertiefend diskutiert. Weitergehend sind Themen, wie Kristallisationsbahnen (stabil und metastabil), isotherme und pseudobinäre Schnitte, Phasenbreite und Mischkristallbildung die Grundlage zur Vorstellung und Erarbeitung der phasentheoretischen Aspekte in Drei- und Mehrstoffsystemen. Ausgewählte Inhalte der Vorlesung werden im Rahmen von Übungen vertieft.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte Grundlagen der Kristallchemie und Phasenlehre wiedergeben • Aspekte der Kristallstrukturen, wie Ionenradien und Koordinationspolyeder in Mischkristallsystemen, Isomorphie, Polytypie erklären • die Korrelation von Symmetrie, Kristallchemie und Eigenschaften ausgewählter Verbindungen erläutern, diskutieren und anwenden • die Aspekte der Phasenlehre von Ein- und Zweistoffsystemen erklären und darstellen • Prozesse der Phasenneu- und Phasenumbildung sowie deren Einfluss auf die Materialeigenschaften verstehen und einschätzen • Kristallisationsbahnen (stabil und metastabil), isotherme und pseudobinäre Schnitte, Phasenbreite und Mischkristallbildung selbstständig ausarbeiten • Phasentheoretische Aspekte in Drei- und Mehrstoffsystemen beschreiben, darstellen und erklären • Reaktionsabläufe im Bereich der angewandt-mineralogischen Stoffsysteme untersuchen und bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Kolloquium (15 min)
11	Berechnung Modulnote	Kolloquium 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	„Einführung in die Kristallchemie“, Evans, 1976 „Introduction to Phase Equilibria in Ceramics“, Bergeron & Risbud, 1984 Weitere Literatur wird durch den Dozenten ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	AM-V2: Pulverdiffraktometrie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Pulverdiffraktometrie (V) 2 SWS Pulverdiffraktometrie (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. F. Götz-Neunhoeffer	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. F. Götz-Neunhoeffer
5	Inhalt	<p>Die unterschiedlichen Diffraktometer des parafokussierenden Bragg-Brentano-Verfahrens werden vorgestellt und diskutiert. Einen wichtigen Aspekt der Analysenmethode stellen probenspezifische Einflüsse, Probenahme und -aufbereitung, Homogenisierung und Probenteilung dar. Spezielle Präparationsmethoden werden vorgestellt und in der Praxis getestet. Die Auswertung von XRD-Diagrammen im Hinblick auf Peaklage und Intensität wird vorgestellt und mit vielen praktischen Beispielen erlernt. Dazu gehört auch die Verwendung der ICDD-PDF-Datenbank in Kombination mit der Auswertesoftware zur Ermittlung des qualitativen Phasenbestandes. Anschließend werden Methoden zur Indizierung bekannter und unbekannter Substanzen erarbeitet und in den Übungen in Gruppenarbeit angewendet. Die verschiedenen Möglichkeiten der Gitterkonstantenverfeinerung werden erlernt und praktisch umgesetzt. Zum Abschluss werden ausgewählte Möglichkeiten zur quantitativen Phasenanalyse theoretisch erarbeitet und mit Hilfe einfacher Beispiele bewertet.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die unterschiedlichen Diffraktometer des parafokussierenden Bragg-Brentano-Verfahrens nennen und verstehen die Funktionsweise • die wichtigen Aspekte der probenspezifischen Einflüsse, Probenahme und –Aufbereitung, Homogenisierung und Probenteilung beschreiben und selbstständig durchführen • XRD Diagramme selbstständig auswerten, darstellen und bewerten • die ICDD-PDF-Datenbank in Kombination mit der Auswertesoftware zur Ermittlung des qualitativen Phasenbestandes anwenden • Methoden zur Indizierung bekannter und unbekannter Substanzen im Team anwenden und diskutieren • verschiedene Möglichkeiten der Gitterkonstantenverfeinerung unterscheiden • ausgewählte Möglichkeiten zur quantitativen Phasenanalyse selbstständig anwenden • Röntgenbeugungsaufnahmen eigenständig aufzuzeichnen und in Bezug zur fachlichen Fragestellung die optimierten Messparameter einsetzen • Ergebnisse der qualitativen Pulverdiffraktometrie wissenschaftlich kritischen beurteilen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>R. Jenkins & R. L. Snyder, "Introduction to x-ray powder diffractometry", Vol. 138 in Chemical Analysis, Ed. J. D. Winefordner, Wiley Interscience Publications, 1996.</p> <p>R. Allmann & A. Kern, "Röntgenpulverdiffraktometrie, Rechnergestützte Auswertung, Phasenanalyse und Strukturbestimmung", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002, 2. Aufl., 278 S., ISBN-10: 3-540-43967-6.</p>

1	Modulbezeichnung	AM-E1: Material und Methoden	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Mineralogische Methoden (V) 1 SWS Mineralogische Methoden (Ü) 1 SWS Hochleistungskeramiken (V) 2 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer Prof. Dr. Matthias Göbbels	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer
5	Inhalt	a) Mineralogische Methoden: Synthese und Charakterisierung von Materialien stehen im Mittelpunkt der Veranstaltung. Synthetische Materialien werden bei Temperaturen bis 1600°C in Laboröfen hergestellt und mit thermoanalytischen und kalorimetrischen Methoden charakterisiert. Darüber hinaus wird ein Einblick in die Technik der Partikelgrößenmessung gegeben. Ausgewählte Methoden werden theoretisch abgeleitet und praktisch vorgestellt. b) Hochleistungskeramiken: Keramische Materialien finden vielfältigen Einsatz im Bereich elektrischer, magnetischer und optischer Anwendungen. An ausgewählten Beispielen werden Aspekte des Zusammenspiels von Kristallstruktur, chemischer Zusammensetzung und Eigenschaft sowie Phasenbeziehungen, Synthese und Produktanwendung vorgestellt und diskutiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • thermoanalytische und kalorimetrische Labormethoden zur Synthese und Charakterisierung von Feststoffen und Pasten anwenden • einen Einblick in die Technik der Partikelgrößenmessung geben • grundlegende und spezielle Inhalte zu Hochleistungskeramiken unterschiedlichster Anwendungsgebiete mit Schwerpunkt auf magnetische, elektrische und optische Eigenschaften zusammenfassen, gegenüberstellen und vergleichen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Parallele Teilnahme an dem Modul AM-V2
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird durch den Dozenten ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	AM-V3: Mikrosondenanalytik	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Hochtemperatur-Synthesen (V) 2 SWS Mikrosondenanalytik (V) 1 SWS Mikrosondenanalytik (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. Matthias Göbbels	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Göbbels
5	Inhalt	<p><u>Hochtemperatur-Synthesen</u> In dieser Veranstaltung werden alle Aspekte der Hochtemperatursynthesen, wie z.B. Probenvorbereitung, Ofentypen, Temperaturmessung, Temperaturkalibrierung, Atmosphärenkontrolle und Redox-Reaktionen vorgestellt. Verschiedene Strategien zur Synthese und zur Bestimmung von Phasenvergesellschaftungen werden diskutiert.</p> <p><u>Mikrosondenanalytik</u> Die theoretischen Grundlagen der Elektronenoptik, insbesondere spezielle Techniken und Verfahren zur Mikrosonden-Analytik werden vorgestellt. Dabei wird besonderer Wert auf Fehlerabschätzung und Mess-Strategien gelegt. In einem Übungsteil wird das Vorbereiten und Arbeiten an der Elektronenstrahl-Mikrosonde demonstriert und teilweise selbst geübt.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • theoretische Grundlagen der Hochtemperatur-Synthesen und der Mikrosondenanalytik wiedergeben, erklären und diese teilweise anwenden • verschiedene Strategien zur Synthese und zur Bestimmung von Phasenvergesellschaftungen erklären und diskutieren • nach einer Einführung an der Mikrosonde selbstständig messen, die Ergebnisse darstellen, die Fehler abschätzen und die Ergebnisse interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Kolloquium (15 min)
11	Berechnung Modulnote	Kolloquium 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	„Research Techniques for High Pressure and High Temperature“, Ulmer, 1971 “Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology“, Reed, 2005 Weitere Literatur wird durch den Dozenten ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	AM-V4: Rietveld	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Rietveldkurs (V) 2 SWS Rietveldkurs (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. Götz-Neunhoeffer Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. Götz-Neunhoeffer
5	Inhalt	Qualitative und quantitative Phasenanalyse von kristallinen Materialien sind zentrale Herausforderungen in den Geowissenschaften. Hierzu können Röntgenbeugungsdaten von Pulverpräparaten herangezogen werden. Die Rietveld-Analyse der Beugungsdaten ermöglicht zunächst eine akkurate qualitative Phasenanalyse. Weiter können die Datensätze auch quantitativ mit dem Fundamentalparameter-Ansatz ausgewertet werden. Die Verfeinerung von strukturellen Parametern erlaubt darüber hinaus Aussagen über die kristallchemischen Eigenschaften der Phasen. Das Arbeiten mit der Strukturdatenbank und der Rietveld-Software wird an einer Vielzahl von pulverförmigen Materialien unterschiedlicher Herkunft geübt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • theoretische Grundlagen der Rietveld-Analyse wiedergeben • Mit der Rietveld Software selbstständig umgehen und Daten ausarbeiten • Eigenständig Rietveld-Projekte erstellen, beschreiben, messen und die gewonnen Daten interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Abschluss Modul AM-V2 Pulverdiffraktometrie
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Kolloquium (15 min)
11	Berechnung Modulnote	Kolloquium 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	R. Allmann & A. Kern, "Röntgenpulverdiffraktometrie, Rechnergestützte Auswertung, Phasenanalyse und Strukturbestimmung", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002, 2. Aufl., S 217-248, ISBN-10: 3-540-43967-6 R. A. Young: Introduction to the Rietveld Method. In: R. A. Young (Hrsg.), The Rietveld Method. Oxford University Press, 1-38, 1996. R. W. Cheary, & A. A. Coelho: A fundamental parameters approach to X-ray line-profile fitting. Journal of Applied Crystallography, Vol. 25, 109-121, 1992.

1	Modulbezeichnung	AM-E2: Bindemittel	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Zementmineralogie (V) 3 SWS Seminar Angewandte Mineralogie (S) 2 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer Prof. Dr. Matthias Göbbels, Apl. Prof. Dr. Friedlinde Götz-Neunhoffer, Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer
5	Inhalt	<p><u>Zementmineralogie:</u> Portlandzemente und Calcialuminatzemente gehören zu unseren wichtigsten Baustoffen. Die Vorlesung umfasst die Herstellung von hydraulischen Bindemitteln, die mineralogischen Zusammensetzungen der Bindemittel und deren Hydratationseigenschaften. Dabei wird besonderer Wert auf die Vermittlung der Wechselbeziehung zwischen der Struktur und den Eigenschaften der Phasen gelegt.</p> <p><u>Seminar Angewandte Mineralogie:</u> Aktuelle Themen der stofflich orientierten Mineralogie werden von Studenten ausgearbeitet und vor fachkundigem Publikum präsentiert. Besondere Aufmerksamkeit wird der Präsentationstechnik und der anschließenden wissenschaftlichen Diskussion gewidmet.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen Einblick in die Herstellung und Anwendung hydraulischer Bindemittel geben • mineralogisches und kristallchemisches Wissen mit technischen-materialorientierten Problemstellungen verknüpfen und diese erläutern • wissenschaftliche Diskussionen in größerer Runde führen, sowohl als Vortragende als auch in der Rolle des Zuhörers
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung Abschluss Module AM-V1 und AM-E1
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Kolloquium (20 min)
11	Berechnung Modulnote	Kolloquium 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Taylor, Cement Chemistry, ISBN: 0 7277 2592 0

1	Modulbezeichnung	AM-F1: Spezielle Keramiken und Einkristalle	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Spezielle Keramiken und Einkristalle (Synthese, Charakterisierung und Eigenschaften) (V) 1 SWS Spezielle Keramiken und Einkristalle (Synthese, Charakterisierung und Eigenschaften) (Ü) 4 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. Matthias Göbbels	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Göbbels
5	Inhalt	Aufbauend auf den Lehrinhalten des 1. und 2. Fachsemesters sollen in der Forschungsphase des Studiums in praktischer Form unter Anleitung anhand spezieller Fragestellungen von der Synthese über die Charakterisierung Aussagen über Materialien und ihre Eigenschaften getroffen werden. Dies erfolgt im Rahmen einer mündlichen Präsentation und in Form eines Abschlussberichtes. Dabei sind sowohl Keramiken als auch Einkristalle mit Anwendungspotential in der Magnetik, Elektronik, Optik und Sensorik von Interesse.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • von der Synthese über die Charakterisierung von Keramiken und Einkristallen Aussagen über Material und ihre Eigenschaften treffen • insbesondere Keramiken als auch Einkristalle mit Anwendungspotential in der Magnetik, Elektronik, Optik und Sensorik beschreiben • die Ergebnisse mündlich präsentieren und einen Bericht verfassen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Hausarbeit (max. 30 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Hausarbeit 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird durch den Dozenten ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	AM-F2: BioMat	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Calciumaluminat- u. -phosphate (Synthese, Charakterisierung, Hydratation und in-situ Untersuchung) (V) 1 SWS Calciumaluminat- u. -phosphate (Synthese, Charakterisierung, Hydratation und in-situ Untersuchung) (Ü) 4 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. F. Götz-Neunhoeffer	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. F. Götz-Neunhoeffer
5	Inhalt	Auf Grundlage des stofflichen und methodischen Wissens (Lehrinhalte des 1. und 2. Fachsemesters) werden in der Forschungsphase des Studiums die Zusammenhänge zwischen Chemismus und Struktur bzw. deren Auswirkung auf die Mineral- und Materialeigenschaften in kristallinen Festkörpern vermittelt. Aktuelle Fragestellungen aus dem Forschungsbereich der Bio- und Schnellzemente bilden dazu die Grundlage. Die Themen reichen von der Synthese über die Charakterisierung der Syntheseprodukte bis hin zu praxisnahen Untersuchungen im Labor mit dem Ziel, dass Aussagen über das Material und seine Eigenschaften getroffen werden können. Nach einer Einführung in die Fragestellung werden die experimentellen Untersuchungen geplant, durchgeführt und eigenständig ausgewertet. Dabei werden bereits vorliegende Kenntnisse und der sichere Umgang mit röntgenographischen und physikalisch-chemischen Messmethoden vervollständigt und für die Lösung der mineralogischen Fragestellung eingesetzt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Bildung und Stabilität von Mineralen und kristallinen Feststoffen wiedergeben • die Kenntnisse aus den Modulen AM-V2 und AM-V4 zur gezielten Herstellung von Materialien im Labor (Synthese) oder unter industriellen Bedingungen (Zement, Keramik) umsetzen • Kenntnisse bisher erlernter und separat eingesetzter Methoden an einer begrenzten und klar definierten Fragestellung anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Präsentation (max. 30 Folien, 30 min)
11	Berechnung Modulnote	Präsentation 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird durch die Dozentin ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	AM-F3: Zement	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Portlandzement (Synthese u.- Charakterisierung, Hydratation u. in-situ Charakterisierung) (V) 1 SWS Portlandzement (Synthese u.- Charakterisierung, Hydratation u. in-situ Charakterisierung) (Ü) 4 SWS	
3	Dozenten	Apl. Prof. Dr. J. Neubauer	

4	Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Dr. Jürgen Neubauer
5	Inhalt	Im Rahmen einer klar definierten Aufgabenstellung bearbeiten die Studierenden eine begrenzte wissenschaftliche Herausforderung unter enger Betreuung. Die eigenständige Durchführung von Synthesen reiner Zementphasen bei Temperaturen bis 1500°C ist Teil der Aufgabenstellung. Die Syntheseprodukte, oder vergleichbare technische Produkte, werden chemisch und mineralogisch mit verschiedenen Methoden charakterisiert. Die Durchführung von Hydratationsuntersuchungen an den Syntheseprodukten schließen die Arbeiten ab. Ein wissenschaftlicher Bericht ist zu erstellen. Die mündliche Präsentation der Daten ist obligatorisch.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Experimente zur Synthese reiner Zementphasen eigenständig planen, vorbereiten und durchführen • die gewonnenen Syntheseprodukte oder vergleichbare technische Produkte chemisch und mineralogisch mit verschiedenen Methoden charakterisieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Studiensemester Master Geowissenschaften – Angewandte Mineralogie
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Hausarbeit (max. 30 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Hausarbeit 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird durch den Dozenten ausgegeben

1	Modulbezeichnung	AS-V1: Becken- und Bohrungsanalyse AS-V1: Basin and well analysis	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Methoden der Beckenanalyse (S) 1 SWS Methoden der Beckenanalyse (Ü) 1 SWS Bohrungen/Bohrlochgeophysik (S) 1 SWS Bohrungen/Bohrlochgeophysik (Ü) 1 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr. H. Stollhofen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	<u>Methoden der Beckenanalyse:</u> Methoden der Beckenanalyse, Gesteinsrheologie, Sedimentauflast und Subsidenz, Beckenklassifikation, Extensionsbecken, Becken in Konvergenzbereichen, Strike-slip-Becken, Beckenstratigraphie, Seismische Interpretation, Subsidenzanalyse, Thermische Geschichte, Anwendung auf geothermische Systeme und Kohlenwasserstoff-Systeme. <u>Bohrungen/Bohrlochgeophysik:</u> Einführung in die Planung und technische Durchführung von Bohrungen, Komponenten einer Kernbohr-ausrüstung, Einführung in die Bohrlochgeologie, Messverfahren während des Bohrens, Methoden geophysikalischer Bohrlochvermessung, Auswertung sedimentfazieller und petrophysikalischer Eigenschaften anhand von geophysikalischen Bohrloch-Logs, Fallstudien zur Bewertung von Reservoirgesteinen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Sedimentbecken anhand ihres Strukturinventars, ihrer Faziesarchitektur und ihrer geophysikalischen Charakteristika klassifizieren • die wichtigsten Komponenten einer Kernbohr-ausrüstung und ihre Funktion nennen • die Anwendungsbereiche, Meßprinzipien und Wertespannen der wichtigsten bohrloch-geophysikalischen Meßverfahren erläutern • eine sedimentfazielle und petrophysikalische Interpretation anhand von geophysikalischen Bohrloch-Logs durchführen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in der sedimentfaziellen Interpretation sowie Vorkenntnisse in Geophysik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 1. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (60 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Methoden der Beckenanalyse:</u> Allen, P.A. & Allen, J.R. (2013): Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment.- Oxford (Blackwell). <u>b) Bohrungen/Bohrlochgeophysik:</u> Asquith, G. & Krygowski, D. (2004): Basic well log analysis for geologists 2 nd ed.; AAPG Methods in Exploration 16.- Tulsa (Amer. Assoc. Petrol. Geol.). Fricke, S. & Schön, J. (1999): Praktische Bohrlochgeophysik.- Stuttgart (Enke). Rider, M. & Kennedy, M. (2011): The geological interpretation of well logs, 3 rd ed.- Sutherland (Rider-French).	

1	Modulbezeichnung	AS-V2: Strukturgeologie-Tektonik AS-V2: Structural geology and tectonics	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Störungssysteme (S) 1 SWS a) Störungssysteme (Ü) 1 SWS b) Strukturgeologie und Mikrotektonik (S) 2 SWS	
3	Lehrende	a) Prof. Dr. H. de Wall, N.N. b) Prof. Dr. H. de Wall	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. de Wall	
5	Inhalt	<u>Störungssysteme:</u> Erhebung von Strukturdaten aus der Bohrkernaufnahme und aus Bohrlochmessungen, Methoden zur Analyse von Störungsflächen, Methoden zur Verformungsanalyse, Störungsgebundene Faltung, Faltenkonstruktion aus Geländedaten und Extrapolation in den Untergrund. <u>b) Strukturgeologie und Mikrotektonik:</u> Gesteinsdeformation in unterschiedlichen geologischen Rahmen, Charakterisierung der Gesteinsdeformation durch Analyse der Mikrostrukturen, Methoden zur quantitativen Deformationsanalyse	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Strukturdaten aus der Bohrkernaufnahme und aus Bohrlochmessungen erheben • Methoden zur Analyse von Störungsflächen verstehen und anwenden • Methoden zur Verformungsanalyse verstehen und anwenden • Störungsgebundene Faltung, Faltenkonstruktion aus Geländedaten und Extrapolation in den Untergrund beschreiben • Gesteinsdeformationen in unterschiedlichen geologischen Rahmen durch Analyse der Mikrostrukturen charakterisieren • Methoden zur quantitativen Deformationsanalyse anwenden 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Strukturgeologie und Tektonik sowie Vorkenntnisse in Polarisationsmikroskopie	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 1. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie-Geodynamik-Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)	
11	Berechnung der Modulnote	Bericht 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch/Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Störungssysteme:</u> Eisbacher, G.H. (1991): Einführung in die Tektonik.- Stuttgart (Enke). Meschede, M. (1994): Methoden der Strukturgeologie.- Stuttgart (Enke). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1983): The Techniques of modern structural geology, Vol. 1: Strain Analysis.- London (Academic Press). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1987): The Techniques of modern structural geology, Vol. 2: Folds and Fractures.- London (Academic Press). Twiss, R.J. & Moores, E.M. (1992): Structural Geology.- New York (Freeman). <u>b) Strukturgeologie und Mikrotektonik:</u> Passchier, C.W., Trouw, R.A.J. (1996): Microtectonics.- Berlin (Springer). Weijermars, R. (1997): Principles of Rock Mechanics.- Amsterdam (Alboran Science Publishing)	

1	Modulbezeichnung	AS-V3: Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik AS-V3: Sedimentary petrography-diagenesis-petrophysics	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Sedimentpetrographie + Diagenese (S) 1 SWS a) Sedimentpetrographie + Diagenese (Ü) 1 SWS b) Petrophysik von Reservoiren (S) 1 SWS c) Analytische Methoden (Ü) 1 SWS	
3	Lehrende	a) Prof. Dr. A. Munnecke, Dr. L. Caracciolo b) Prof. Dr. R. Sobott c) Dr. L. Caracciolo	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen
5	Inhalt	<p>a) Sedimentpetrographie + Diagenese: Sedimentpetrographische Labormethoden; Struktur und Textur von Sedimentgesteinen; Komponenten siliziklastischer Sedimentgesteine; Zemente, Poren und Kornkontakte; Mikroskopie von Sandsteinen; Mikroskopie von Peliten; Mikroskopie von Pyroklastika und Kieselgesteinen; Sedimentpetrographische Auswertung und Dokumentation; Liefergebietsanalyse und Interpretation; Diagenetische Milieus und Versenkungsgeschichten.</p> <p>b) Petrophysik von Reservoiren: Physikalische Eigenschaften von Gesteinen, theoretische und experimentelle Grundlagen zur Bewertung der Porosität, inneren Oberfläche und Permeabilität von Sedimentgesteinen, direkte und indirekte Labormethoden zur Bestimmung gesteinsphysikalischer Kenndaten und Eigenschaften, Methoden zur Bestimmung petrophysikalischer Eigenschaften aus Bohrlochmessungen, Bedeutung der Petrophysik in Geologie, Reservoir Engineering und Geotechnik.</p> <p>c) Analytische Methoden Ausgewählte quantitative Methoden der Sedimentologie und Reservoiranalyse</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detritische Komponenten siliziklastischer, karbonatischer und pyroklastischer Sedimentgesteine beschreiben und benennen. • Authigene Komponenten siliziklastischer, karbonatischer und pyroklastischer Sedimentgesteine beschreiben, benennen und genetisch einordnen. • Die Sedimentprovenanz und Bildungsbedingungen aus Dünnschliffstudien ableiten • Die Grundzüge der Diagenese aus dem Dünnschliffbefund rekonstruieren • die Struktur und Textur von Sedimentgesteinen erkennen und beschreiben • Petrophysikalische Kenngrößen von Sedimentgesteinen ermitteln und bewerten und diese auf Reservoir anwenden • die für eine Problemstellung optimal geeignete Labormethode selbständig anwenden und Ergebnisse interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in der Polarisationsmikroskopie
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 2. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p><u>a) Sedimentpetrographie + Diagenese:</u> Adams, A.E., MacKenzie, W.S. & Guilford, C. (1986): Atlas der Sedimentgesteine in Dünnschliffen.- Stuttgart (Enke). Giles, M.R. (1997): Diagenesis: A quantitative perspective.- (Kluwer) Ulmer-Scholle, D.S., Scholle, P.A., Schieber, J. & Raine, R.J. (2015): A color guide to the petrography of sandstones, siltstones, shales, and associated rocks; AAPG Memoir 109. - Tulsa (Amer. Assoc. Petrol. Geol.).</p>

	<p>b) <u>Petrophysik von Reservoiren:</u> Mavko, G., Mukerji, T. & Dvorin, J. (1998): The rock physics handbook.- Cambridge (Cambridge University Press). Tiab, D. & Donaldson, E.C. (2004): Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties, 2nd ed.- Amsterdam (Elsevier). Zinszner, B. & Pellerin, F.M. (2007): A Geoscientist's Guide to Petrophysics.- Paris (Editions Technip)</p> <p>c) <u>Analytische Methoden:</u> Tucker, M. (1996): Methoden der Sedimentuntersuchung.- Stuttgart (Enke).</p>
--	--

1	Modulbezeichnung	AS-V4: Geophysik AS-V4: Geophysics	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Geländeübung Geophysik (Ü) 3 SWS b) Seismische Interpretation I (2D) (Ü) 1 SWS b) Seismische Interpretation I (2D) (S) 1 SWS	
3	Lehrende	a) Prof. Dr. V. Bachtadse, Dr. J. Wassermann b) Dr. H. Fazlikhani	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	a) Geländeübung Geophysik: Vermessung der Geländetopographie, Handhabung von Protonenmagnetometer, Geoelektrik, Bodenradar und Hammerschlagseismik im Gelände. Fehlerquellen bei Messungen. b) Seismische Interpretation I (2D): Seismische Quellen, Empfänger, Meßapparaturen und Aufzeichnungsformate, Meßgeometrie, Seismische Datenbearbeitung, erforderliche Korrekturverfahren, Planungsablauf, Meilensteine und Kosten einer seismischen Meßkampagne, Grundlagen der seismischen Interpretation, Daten- und Fehleranalyse.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Anwendung geophysikalischer Methoden zur Erkundung des Untergrundes wiedergeben • Geländetopographien selbstständig vermessen • Ein Protonenmagnetometer handhaben • Geoelektrik, Bodenradar und Hammerschlagseismik im Gelände anwenden • Messungen der oben genannten Methoden durchführen, auswerten, Fehlerquellen ermitteln, die Daten auswerten und interpretieren • Grundelemente eines seismischen Messsystems nennen • Planungsablauf und Arbeitsblöcke einer seismischen Meßkampagne definieren • Seismische 2D-Profile interpretieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorkenntnisse in Geophysik im Umfang des Bachelorstudiengangs "Geowissenschaften"	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 2. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Hausarbeit (max. 20 Seiten)	
11	Berechnung der Modulnote	Hausarbeit 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch/Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	a) <u>Geländeübung Geophysik:</u> Burger, H.R. (1992): Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface.- Englewood Cliffs (Prentice-Hall). Everett, M.E. (2013): Near-Surface Applied Geophysics.- Cambridge (Cambridge University Press). Parasnis, D.S. (1997): Principles of Applied Geophysics.- London (Chapman & Hall). Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sheriff, R.E. (1990): Applied Geophysics.- Cambridge (Cambridge University Press). b) <u>Seismische Interpretation I-2D:</u> von Hartmann, H., Beilecke, T., Bunes, H., Musmann, P., Schulz, R. (2015): Seismische Interpretation für tiefe Geothermie.- Geol. Jb. B104, Hannover (BGR).	

1	Modulbezeichnung	AS-F1: Seismische Reservoirinterpretation AS-F1: Seismic reservoir interpretation	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Seismische Interpretation II-3D (S) 1 SWS a) Seismische Interpretation II-3D (Ü) 1 SWS b) Seismo- und Sequenzstratigraphie (S) 1 SWS b) Seismo- und Sequenzstratigraphie (Ü) 1 SWS	
3	Lehrende	a) Dr. H. Fazlikhani b) Dr. H. Schulz	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	a) Seismische Interpretation II-3D: Meßgeometrien bei 2D- und 3D-Messungen, Methoden der seismischen Datenbearbeitung, Grundlagen der 3D-Datenanalyse, Interpretationstechniken bei der strukturellen und stratigraphischen Analyse, seismische Signaturen, Attributanalyse, seismische Inversion, Kalibration seismischer Daten, Zeit-Tiefen-Konversion, Grundlagen der 3D-Modellierung, Modellierung von Versenkungsgeschichte, Temperatur- und Reifeentwicklung, Reservoirbewertung, Fallstudien. b) Seismo- und Sequenzstratigraphie: Konzepte der Seismo- und Sequenzstratigraphie, grundlegende Definitionen, Sequenzanalyse reflexionsseismischer Daten, Sequenzstratigraphische Interpretation von Bohrloch- und Oberflächenaufschluß-Daten, Korrelationsstudien, Quantifizierung sequenzstratigraphischer Kontrollparameter, sequenzstratigraphische Modellierung, Fallstudien zur Anwendung sequenzstratigraphischer Konzepte in der Lagerstättenexploration.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Meßgeometrien bei 2D- und 3D-Messungen erläutern, die Vorgehensweise bei seismischen Studien beschreiben, die Kalibration seismischer Daten selbstständig vornehmen • Grundlagen der 3D-Datenanalyse wiedergeben, geeignete Interpretationstechniken bei strukturellen und stratigraphischen Analyse nennen, die Versenkungsgeschichten, Temperatur- und Reifeentwicklung modellieren • Grundlegende seismische Interpretationsmethoden beschreiben, erläutern und anwenden • Konzepte der Seismo- und Sequenzstratigraphie erläutern und selbständig anwenden • das Potential für Modell-Erstellungen und –limits abschätzen • sequenzstratigraphische Kontrollparameter nennen und erläutern • Fallstudien zur Anwendung sequenzstratigraphischer Konzepte in der Lagerstätten- exploration verstehen, erklären und ausarbeiten 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	a) Vorkenntnisse in Geophysik im Umfang des Bachelorstudiengangs "Geowissenschaften" b) Vorkenntnisse in der sedimentfaziellen Interpretation im Umfang des Bachelorstudiengangs "Geowissenschaften"	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 3. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftliche Klausur (60 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch/Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	a) <u>Seismische Interpretation II-3D:</u> Brown, A.R. (1999): Interpretation of Three-dimensional Seismic Data.- AAPG Memoir Vol. 42, Tulsa (AAPG). Veeken, P.C.H. (2007): Seismic Stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterization.- Handbook of Geophysical Exploration Vol. 37, Amsterdam (Elsevier). b) <u>Seismo- und Sequenzstratigraphie:</u> Emery, D. & Myers, K. J. (1996): Sequence Stratigraphy.- Oxford (Blackwell Science). Posamentier, H. W. & Allen, G. P. (1999): Siliciclastic Sequence Stratigraphy: Concepts and Applications.- SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology Vol. 7, Tulsa (SEPM).	

1	Module	AS-F2: Sedimentary geochemistry	5 ECTS
2	Course	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis (L) 2 SWH Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis (L) 1 SWH Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis (E) 1 SWH	
3	Lecturers	Apl. Prof. Dr. Michael Joachimski	
4	Responsible person	Apl. Prof. Michael Joachimski	
5	Contents	<p><u>Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis</u> Foundation of sedimentary geochemistry with special consideration to major and trace elements, Rare Earth Elements (REE), stable and radiogenic isotopes.</p> <p><u>Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab:</u> Application of geochemical proxies to reconstructions of palaeoclimate as well as palaeoenvironmental conditions. Geochemical development of sedimentary rocks in Earth history. Palaeoclimatic history of the Earth as reconstructed using geochemistry.</p>	
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • present and explain the foundations of sedimentary geochemistry with special consideration to major and trace elements, Rare Earth Elements (REE), stable and radiogenic isotopes • apply geochemical proxies to reconstructions of palaeoclimate as well as palaeoenvironmental conditions – analyse, present and discuss the data • summarize the geochemical development of sedimentary rocks in Earth history. Palaeoclimatic history of the Earth as reconstructed using geochemistry 	
7	Prerequisites		
8	Incorporation in study plan	AS-F2: 3. Semester; RL: 1. Semester	
9	Usability of the module	Obligatory for students of "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" and "Earth Systems Research Lab". Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments	
10	Examination criteria	Written exam (60 min)	
11	Grading	Exam 100%	
12	Regular cycle	Winter term	
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS	
14	Duration	1 Semester	
15	Language	English	
16	Preparatory Reading	<p>Burdige, D. (2006): Geochemistry of Marine Sediments.- Princeton (Princeton University Press).</p> <p>MacKenzie, F. (2005): Sediments, Diagenesis, and Sedimentary Rocks: Treatise on Geochemistry: Volume 7, Amsterdam (Elsevier).</p> <p>Sharp, Z. (2005): Principles of stable isotope geochemistry.- New York (Prentice Hall).</p> <p>Turekian, K. (2005): The Oceans and Marine Geochemistry: Treatise on Geochemistry, Volume 6. Amsterdam (Elsevier).</p>	

1	Modulbezeichnung	AS-F3: Energieressourcen AS-F3: Energy resources	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Geo-Energieressourcen (S) 1 SWS a) Geo-Energieressourcen (Ü) 1 SWS b) Geothermie: Erschließung & Nutzung (S) 1 SWS b) Geothermie: Erschließung & Nutzung (Ü) 1 SWS	
3	Lehrende	a) Dr. J. Grötsch b) Dr. W. Bauer	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	a) Geo-Energieressourcen: Kohlenwasserstofflagerstätten in Europa und weltweit, Geschichte der KW-Exploration, Energieproduktion und -verbrauch weltweit, KW-Lagerstätten und Politik und Krisen, Entstehung, Maturation des organischen Materials, Migration, Lagerstättenbildung, Fallentypen, fazielle Entwicklung und Porenraumgenese von Speichergesteinen (Sandstein, Karbonate) der bedeutendsten Lagerstätten weltweit, petrophysikalische Kenndaten, Reservoir-Modellierung, Lagerstättenberechnung, Volumina, Wirtschaftlichkeit und Produktion, Feldentwicklungsplanung. b) Geothermie: Geologische Grundlagen der Geothermie (Wärmefluss, Temperaturgradient, geothermische Anomalien), Klassifikation von Lagerstätten, Reservoirgesteine und Reservoirtypen, Temperaturkarten, Temperaturmessungen im Untergrund, Explorationsmethoden, Erschließungsverfahren (Tiefbohrtechnik). Hydrothermale Geothermie, Enhanced geothermal systems. Anwendungen zur Nutzung geothermischer Energie, Überblick über Nutzung der Geothermie in Deutschland, Europa und international.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die Grundzüge der Bildung und Charakteristika von KW-Lagerstätten darstellen • Grundlagen der Exploration wiedergeben und diskutieren • die Entstehung von Erdöl und Erdgas beschreiben, • die fazielle Entwicklung und Porenraumgenese von Speichergestein erklären • Lagerstättenberechnungen durchführen (Volumina, Wirtschaftlichkeit, Produktion) • Grundlagen der Geothermie erläutern und die Klassifikation von Lagerstätten, der Reservoirgesteine und Reservoirtypen wiedergeben • Verfahren zur Erschließung und Nutzung von Geothermie darstellen • Anwendungen zur Nutzung geothermischer Energie erläutern • einen Überblick über Nutzung der Geothermie in Deutschland, Europa und international geben 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Sedimentologie, Strukturgeologie und Geophysik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 3. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie-Geodynamik-Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftliche Klausur (90 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Geo-Energieressourcen:</u> Craig, J.R., Vaughan, D.J. & Skinner, B.J. (1988): Resources of the Earth.- New Jersey (Prentice Hall). Kulke, H. (1995): Regional Petroleum Geology of the world; part I: Europe and Asia.- Berlin, Stuttgart (Borntraeger).	

		<p>Kulke, H. (1995): Regional Petroleum Geology of the world; part II: Africa, America, Australia and Antarctica.- Berlin, Stuttgart (Borntraeger).</p> <p>Tissot, B.P. & Welte, D.H. (1984): Petroleum Formation and Occurrence.- Heidelberg (Springer).</p> <p>b) Geothermie:</p> <p>Dickson, M.H. & Fanelli, M., eds. (2003): Geothermal Energy: Utilization and Technology.- Paris (UNESCO).</p> <p>Huenges, E. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, development, and utilization.- Weinheim (Wiley VCH).</p>
--	--	--

1	Modulbezeichnung	PG-V1: Petrologie I	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Magmatismus und Plattentektonik (V) 2 SWS Petrologie der Metamorphite (V) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. K. Haase Prof. Dr. E. Schmädicke	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. Haase	
5	Inhalt	<p><u>Magmatismus und Plattentektonik:</u> Die Vorlesung behandelt das Auftreten von magmatischen Prozessen und Gesteinen im Zusammenhang mit dem Modell der Plattentektonik. Die Petrologie und Geochemie der wichtigsten magmatischen Gesteine wird vorgestellt und Modelle der Entstehung von typischen Magmenserien diskutiert.</p> <p><u>Petrologie der Metamorphite:</u> Die Vorlesung soll Grundkenntnisse über die Bildung und Umwandlung von metamorphen Gesteinen in Erdkruste und Erdmantel vermitteln. Die verschiedenen Metamorphosetypen und metamorphen Gesteine werden im Zusammenhang mit ihren Entstehungsbedingungen und dem plattentektonischen Umfeld analysiert. Für verschiedene Druck-Temperatur(-Zeit)-Pfade werden Mineralparagenesen und -reaktionen vorgestellt. Möglichkeiten zur Bildung von Mineralanreicherungen durch Metasomatose Stofftransport bei Metamorphoseprozessen werden diskutiert.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Auftreten von magmatischen Prozessen und Gesteinen im Zusammenhang mit dem Modell der Plattentektonik verstehen, erklären und diskutieren • die Petrologie und Geochemie der wichtigsten magmatischen Gesteine beschreiben und zuordnen • Modelle der Entstehung von typischen Magmenserien zusammenfassen, erklären und diskutieren • Grundkenntnisse über die Bildung und Umwandlung von metamorphen Gesteinen in Erdkruste und Erdmantel wiedergeben • die verschiedenen Metamorphosetypen und metamorphen Gesteine im Zusammenhang mit ihren Entstehungsbedingungen und dem plattentektonischen Umfeld analysieren • für verschiedene Druck-Temperatur(-Zeit)-Pfade Mineralparagenesen und – reaktionen bestimmen und darstellen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<p>Winter JD (2001) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-240342-0.</p> <p>oder</p> <p>Winter JD (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall.</p> <p>Markl, G (2008) Minerale und Gesteine. Springer.</p> <p>Philpotts AR & Ague JJ (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Cambridge Univ. Press.</p>	

1	Modulbezeichnung	PG-V2: Metallische Rohstoffe	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Lagerstättenkunde (V) 2 SWS Lagerstättenkunde (Ü) 1 SWS Erzmikroskopie (V) 1 SWS Erzmikroskopie (Ü) 1 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. R. Klemd	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Klemd	
5	Inhalt	<p><u>Lagerstättenkunde:</u> Die Vorlesung soll eine Einführung in grundlegende lagerstättenkundliche Vorgänge in den Geowissenschaften bieten. Hierbei werden die verschiedenen Teilbereiche der Erzlagerstättenkunde abgedeckt. Neben der Genese und dem Auftreten verschiedener Lagerstättentypen und Erzgefüge werden die wichtigsten Theorien zur Erzbildung diskutiert, wobei besonders die Beziehungen von Erz zu Nebengestein behandelt werden. Bedeutende Erzlagerstätten werden detailliert vorgestellt; dabei finden auch wirtschaftliche Aspekte entsprechende Beachtung und Darstellung. Im Übungsteil werden Handstücke und spezielle Erzanschliffe, sowie Dünnschliffe des Nebengesteins zur Klassifikation der verschiedenen Erztypen herangezogen. Die Bearbeitung und Diskussion der Proben gibt Hinweise auf die Erzgenese als auch auf nachfolgende Prozesse. Die makroskopische Bearbeitung von Erzhandstücken ist hierbei der erste, wichtige Weg, eine Erzmineralisation im Gelände zu identifizieren und zu klassifizieren.</p> <p><u>Erzmikroskopie:</u> Die Lehrveranstaltungen "Erzmikroskopie" und "Lagerstättenkunde" stehen in einem engen inhaltlichen Zusammenhang. In einem einleitenden Teil werden die kristalloptischen Grundlagen der Auflichtmikroskopie behandelt. Daran anschließend werden mehrere Serien von Erzanschliffen mikroskopiert, die charakteristische Paragenesen der wichtigsten Erzminerale enthalten.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Teilbereiche der lagerstättenkundlichen Vorgänge in den Geowissenschaften beschreiben • die Genese und das Auftreten verschiedener Lagerstättentypen und Erzgefüge nennen und erklären und die wichtigsten Theorien zur Erzbildung diskutieren • bedeutende Erzlagerstätten aufzählen und wirtschaftliche Aspekte erläutern • Handstücke und spezielle Erzanschliffe, sowie Dünnschliffe des Nebengesteins zur Klassifikation der verschiedenen Erztypen selbstständig bearbeiten und daraus die Hinweise auf die Erzgenese als auch auf nachfolgende Prozess ermitteln • Erzmineralisationen im Gelände identifizieren und klassifizieren • Erze selbstständig mikroskopieren und daraus Erztypen klassifizieren und einordnen, die Genese ableiten und nachfolgende Prozesse erschließen, darstellen und ausarbeiten 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften Ergänzungsmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" des Master Geowissenschaften	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichtssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	<p><u>Lagerstättenkunde:</u> Robb, L. 2005. Introduction to ore-forming processes: Blackwell Publishing</p> <p><u>Erzmikroskopie:</u> Ramdohr, P. 1995. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie-Verlag, Berlin.</p>	

1	Modulbezeichnung	PG-V3: Petrologie II	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Magmatische Gesteine (Ü) 2 SWS Metamorphe Gesteine (V) 1 SWS Metamorphe Gesteine (Ü) 1 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. K. Haase Prof. Dr. E. Schmädicke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. Haase
5	Inhalt	<p><u>Magmatische Gesteine:</u> Verschiedene Gesteine wichtiger magmatischer Serien werden in Handstücken und Dünnschliffen sowie chemischen Zusammensetzungen vorgestellt. Die Studierenden interpretieren anhand der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der magmatischen Gesteine die Bildung und Entwicklung von Magmen und erhalten so Einblicke in die wesentlichen magmatischen Prozesse, die auch zur Bildung von Lagerstätten führen können.</p> <p><u>Metamorphe Gesteine:</u> Gesteine verschiedener Metamorphosetypen und –grade sowie charakteristische Gefüge werden anhand von Handstücken und Dünnschliffen vorgestellt. Dabei lernen die Teilnehmer typische Paragenesen, Mineralumwandlungen und die verschiedenen Mikrogefüge kennen. In den Übungen erlernen die Teilnehmer, metamorphe Gesteine selbständig mit dem Polarisationsmikroskop zu untersuchen und deren Entstehungsgeschichte zu rekonstruieren.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Gesteine wichtiger magmatischer Serien in Handstücken und Dünnschliffen beschreiben und erkennen und ihre chemische Zusammensetzung erklären und interpretieren • anhand der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der magmatischen Gesteine die Bildung und Entwicklung von Magmen ermitteln und interpretieren • magmatische Prozesse der Bildung von Lagerstätten zuordnen • Gesteine verschiedener Metamorphosetypen und –grade sowie charakteristische Gefüge anhand von Dünnschliffen und Handstücken erkennen, beschreiben und einordnen • typische Paragenesen, Mineralumwandlungen und Mikrogefüge erkennen und beschreiben • metamorphe Gesteine im Dünnschliff selbstständig mikroskopieren und daraus ihre Entstehungsgeschichte rekonstruieren und interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung Abschluss in der Petrologie im Umfang des Master "Geowissenschaften", 1. Semester
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>Winter JD (2001) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-240342-0.</p> <p>oder</p> <p>Winter JD (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall.</p> <p>Paschier CW & Trouw RAJ (2005) Microtectonics. Springer.</p> <p>Philpotts AR & Ague JJ (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Cambridge Univ. Press.</p>

1	Modulbezeichnung	PG-V4: Petrologie III	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Phasenpetrologie und Thermodynamik (V) 1 SWS Phasenpetrologie und Thermodynamik (Ü) 2 SWS Isotopengeochemie (V) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. E. Schmädicke Dr. M. Regelous	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. E. Schmädicke
5	Inhalt	<p><u>Phasenpetrologie und Thermodynamik:</u> Es werden Grundlagen der Thermodynamik vermittelt, die zur Berechnung von Phasenstabilitäten und Mineralreaktionen verwendet werden. Ferner lernen die Teilnehmer graphische Methoden zur Bestimmung von relativen Mineralstabilitäten sowie Techniken zur Analyse und zur Konstruktion von Phasendiagrammen kennen. Verschiedene Typen von Phasendiagrammen werden beispielhaft behandelt. Anhand von Mikrosondenanalysen werden Mineralformeln sowie Temperaturen und Drücke berechnet.</p> <p><u>Isotopengeochemie:</u> In der Vorlesung werden verschiedene radioaktive und stabile Isotopensysteme und ihre Anwendung in der Petrologie und Lagerstättenforschung vorgestellt. Dabei werden Methoden der Altersdatierung sowie die Nutzung von Isotopen bei Mischungsprozessen dargestellt und in Aufgaben von den Studierenden behandelt.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Thermodynamik anwenden • Mineralstabilitäten bestimmen und Mineralreaktionen berechnen • Phasendiagramme analysieren und thermodynamische Berechnungen durchführen • Graphische Methoden zur Abschätzung von relativen Mineralstabilitäten anwenden • Techniken zur Analyse und zur Konstruktion von Phasendiagrammen anwenden • anhand von Mikrosondenanalysen Mineralformeln sowie Temperaturen und Drücke berechnen • verschiedene radioaktive und stabile Isotopensysteme und ihre Anwendung in der Petrologie und Lagerstättenforschung verstehen und herausstellen • Methoden der Altersdatierung anwenden • die Nutzung von Isotopen bei Mischungsprozessen darstellen • Isotopen in der Petrologie und Lagerstättenforschung anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung Abschluss in der Petrologie im Umfang des Master "Geowissenschaften", 1. Semester
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>Winter JD (2001) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-240342-0. oder Winter JD (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall. Will T (1998) Phase equilibria in metamorphic rocks. Lecture notes in Earth Sciences. Springer. Spear FS (1993) Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths. Mineralogical society of America, Washington D. C. Allegre, C.J. (2008) Isotope geology. Cambridge Univ.Press.</p>

1	Modulbezeichnung	PG-E2a: Geländepraktika Lagerstätten & Strukturen	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Geländepraktikum Lagerstättenkunde (Ü) 2,5 SWS Geländepraktikum Strukturgeologie (Ü) 2,5 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. H. R. Klemd Prof. Dr. H. de Wall	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Klemd
5	Inhalt	<p><u>Geländepraktikum Lagerstättenkunde:</u> Rohstoff-bezogenes Geländepraktikum zur Einführung die in lagerstättenkundliche und dazugehörige geochemische, petrologische, strukturgeologische Entwicklung von metallischen Rohstofflagerstätten.</p> <p><u>Geländepraktikum Strukturgeologie:</u> Strukturelle Geländeaufnahme zur Rekonstruktion der geologischen Entwicklungsgeschichte. Gebiete unterschiedlicher tektonischer Stellung (Falten- und Überschiebungsgürtel, Internzonen von Orogenen)</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine Einführung in die lagerstättenkundliche und dazugehörige geochemische, petrologische und strukturgeologische Entwicklung von metallischen Rohstofflagerstätten geben • wichtige lagerstättenkundliche Parameter auf geologischer Grundlage erkennen und darstellen • eine selbständige Strukturaufnahme und Datenevaluation eines Geländes unterschiedlicher tektonischer Stellung durchführen • geologische Modellvorstellungen unterschiedlicher Regionen selbstständig erarbeiten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreicher Abschluss Modul "Metallische Rohstoffe"
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Ergänzungsmodul für Studierende mit den Vertiefungsrichtungen "Petrologie-Geodynamik-Georessourcen" und "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p><u>Geländepraktikum Lagerstättenkunde:</u> Robb, L. 2005. Introduction to ore-forming processes. Blackwell Sci.</p> <p><u>Geländepraktikum Strukturgeologie:</u> Eisbacher, G.H. (1991): Einführung in die Tektonik.- Stuttgart (Enke). Meschede, M. (1994): Methoden der Strukturgeologie.- Stuttgart (Enke). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1983): The Techniques of modern structural geology, Vol. 1: Strain Analysis.- London (Academic Press). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1987): The Techniques of modern structural geology, Vol. 2: Folds and Fractures.- London (Academic Press). Twiss, R.J. & Moores, E.M. (1992): Structural Geology.- New York (Freeman).</p>

1	Modulbezeichnung	PG-F1: Petrologie IV	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum Petrologische Methoden (V) 1 SWS Praktikum Petrologische Methoden (Ü) 3 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. E. Schmädicke, Prof. Dr. K. Haase, Prof. Dr. H. R. Klemm	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. E. Schmädicke
5	Inhalt	<p><u>Praktikum Petrologische Methoden</u></p> <p>Die Veranstaltung vermittelt einen Überblick über die verschiedenen analytischen Methoden, die zur Bestimmung von chemischer Zusammensetzung und von Mineralstrukturen angewendet werden wie Röntgenfluoreszenzanalyse, Massenspektrometrie (Spurenelement- und Isotopenanalyse, radiometrische Altersdatierung), Atomabsorptionsspektroskopie, Elektronenstrahlmikroanalytik, Elektronenmikroskopie und Infrarot-Spektroskopie. Die wichtigsten Methoden werden detailliert vorgestellt; Messprinzipien, Anwendungsbereiche, Vor- und Nachteile diskutiert. Ein weiterer Schwerpunkt widmet sich der Probenpräparation sowie der Bewertung analytischer Daten und der Beurteilung von Genauigkeit und Richtigkeit von Messdaten (erlernen von Berechnungsalgorithmen).</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je nach Fragestellung geeignete analytische Methoden und die erforderliche Probenpräparation auswählen und Messungen durchführen • die Analyseergebnisse bewerten • eine Fehlerberechnung vornehmen und die Ergebnisse interpretieren • einen Vortrag über ein vorgegebenes petrologisches oder lagerstättenkundliches Thema halten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird von den Dozenten ausgegeben.

1	Modulbezeichnung	PG-F2: Geodynamik und Vulkanologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vulkanologie (V) 2 SWS Chemische Geodynamik (S) 2 SWS	
3	Dozenten	Prof. Dr. K. Haase Dr. A. Regelous	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. Haase
5	Inhalt	<p>Vulkanologie Vulkanische Prozesse und ihre Produkte werden in der Vorlesung vorgestellt und in Handstücken und im Dünnschliff untersucht. Dabei sollen die magmatischen und vulkanischen Prozesse an typischen Beispielen anhand von Proben und gegebenen Daten analysiert werden. Die Auswirkungen vulkanischer Prozesse auf die Umwelt werden diskutiert.</p> <p>Chemische Geodynamik Typische Beispiele für geodynamische Kreisläufe werden von den Dozenten vorgestellt und einzelne Aspekte von den Studierenden in Form von Vorträgen detailliert diskutiert, wobei ausgesuchte Literatur selbständig erarbeitet werden soll.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> vulkanische Prozesse und ihre Produkte im Handstück und im Dünnschliff erkennen und klassifizieren magmatische und vulkanische Prozesse anhand von Proben und Daten quantifizieren, interpretieren und diskutieren die Auswirkungen vulkanischer Prozesse auf die Umwelt erklären und beurteilen geodynamische Kreisläufe verstehen, darstellen und diskutieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) des Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vortrag (45 min)
11	Berechnung Modulnote	Vortrag 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	<p>Winter JD (2001) An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, New Jersey, ISBN 0-13-240342-0.</p> <p>Philpotts AR & Ague JJ (2009) Principles of igneous and metamorphic petrology. Cambridge Univ. Press.</p> <p>Marti J & Ernst GGJ (2005) Volcanoes and the environment. Cambridge Univ. Press</p> <p>Francis P (1993) Volcanoes: a planetary perspective. Oxford Univ. Press.</p>

1	Modulbezeichnung	PG-F3a: Methoden der Petrologie	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Analytische Methoden der Petrologie(S)	4 SWS
3	Dozenten	Prof. Dr. K. Haase, Prof. Dr. R. Klemm, Prof. Dr. E. Schmädicke, Dr. S. Krumm, Dr. M. Regelous	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. Haase
5	Inhalt	Ausgewählte Gesteins- und Mineralproben werden mit verschiedenen analytischen Methoden untersucht. Die Analysedaten werden tabellarisch und graphisch dargestellt, geeignete Zusammensetzungsparameter und Fehler werden berechnet und die Ergebnisse bewertet und interpretiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • Mineral- und Gesteinsproben selbständig analysieren • Messdaten auswerten, Fehler berechnen und die Ergebnisse interpretieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudienganges Geowissenschaften
9	Verwendbarkeit des Moduls	Ergänzungsmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie, Geodynamik und Georessourcen" (1. und 2. Vertiefungsrichtung) und der Vertiefungsrichtung „Angewandte Sedimentologie-Georessourcen“ des Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 10 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Rollinson, H.R. 1993 Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation. Longman.

1	Module	PB-V1: Consolidation of basics I	5 ECTS
2	Courses	Morphology, Systematics and Ecology of Invertebrates (L) 1 SHW Morphology, Systematics and Ecology of Invertebrates (E) 3 SHW	
3	Lecturers	Dr. M. Heinze	

4	Responsible person	Dr. M. Heinze
5	Contents	Combined lecture and exercises focus on the Bauplans of key invertebrate clades, with particular attention given to hard parts with high fossilization potential. The course provides essential information on life habits, stratigraphic distribution, importance as index taxa, and evolution. Overview of the classification and presentation of selected important representatives.
6	Learning Objectives and Competences	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • draw and describe body plans of different invertebrate lineages, focusing on hard parts with high fossilization potential • present an overview of the classification, ecology, and morphology of invertebrate animals • associate phenotypic traits with ecological attributes
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	1. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Written examination (60 min)
11	Grading	Written examination 100%
12	Regular cycle	Annual in the winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Benton, M. & Harper, D.A.T. (2009) Introduction to Paleobiology and the Fossil Record Clarkson, E.N.K. (1998) Invertebrate Palaeontology & Evolution

1	Module	PB-V2: Consolidation of basics II	5 ECTS
2	Courses	a) Systematics, Ecology and Biostratigraphy of Microfossils (L) 2 SHW a) Systematics, Ecology and Biostratigraphy of Microfossils (E) 2 SHW b) Methods of Biostratigraphy (L) 1 SHW	
3	Lecturers	Prof. Dr. W. Kiessling Prof. Dr. M. Steinbauer Dr. E. Jarochowska Dr. Michael Heinze	
4	Responsible person	Prof. Dr. W. Kiessling	
5	Contents	<p>a) Systematics, Ecology and Biostratigraphy of Microfossils Students learn to identify important microfossil groups through time and their application in biostratigraphy and environmental analysis. They understand constraints on these applications resulting from taphonomy and uncertain ecologies or affinities of these groups. Rates and patterns of microfossil evolution, with respect to environmental changes, lead the students to a broader understanding of the interaction between geo- and biosphere processes.</p> <p>b) Methods of Biostratigraphy The use of index macro- and microfossils based on their succession is demonstrated, starting from their definitions, and involving relevant examples from the Earth history. The methodology of lineage, range, and other types of biozones is explained based on representative case studies from marine and terrestrial systems. Modern quantitative methods of biostratigraphy are presented, such as constrained optimization and unitary associations. The integration of biostratigraphy and other stratigraphical methods is also presented.</p>	
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • follow the rules of International Commission on Stratigraphy on identifying, naming, and correlating Biozones • outline the stratigraphic range, taxonomic position and ecology of key groups used in biostratigraphy • identify zones in a succession based on fossil occurrence data and compare it with different zonations • perform graphical correlation • calculate confidence intervals on stratigraphic ranges • integrate biostratigraphic data with other types of stratigraphic information, e.g. sequence stratigraphy or chemostratigraphy 	
7	Prerequisites		
8	Incorporation in sample study plan	1. semester of master studies	
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments	
10	Examination criteria	Written examination (60 min)	
11	Grading	Written examination 100%	
12	Regular cycle	Annual in the winter term	
13	Workload	Attendance time: 70 h Self-study: 80 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS Points	
14	Duration	1 Semester	
15	Language	English	
16	Preparatory Reading	<p>Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. (2005): Microfossils. Doyle, P., Bennett, M.R. & Baxter, A.N. (2001) The Key to Earth History: An Introduction to Stratigraphy Harries, P.J. (2008) High-Resolution Approaches in Stratigraphic Paleontology Mann, K.O. & Lane, H. R. (1995) Graphic Correlation: SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 53 Gradstein, F., Ogg, J.G., Schmitz, M. & Ogg, G. (2012) The Geologic Time Scale 2012 Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. (2008) Paleontological Data Analysis Sadler, P.M. (2004) Quantitative Biostratigraphy - achieving finer resolution in Global Correlation. Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences, v. 32, p. 187-213.</p>	

1	Module	PB-E1: Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks	5 ECTS
2	Courses	Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks (L) 1 SWH Microfacies analysis and diagenesis of carbonate rocks (E) 3 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. A. Munnecke	
4	Responsible person	Prof. Dr. A. Munnecke	
5	Contents	<p>The course starts with an introduction to general carbonate sedimentology (climatic and oceanographic controls, global carbonate provinces, platform types, overview of components, classification of carbonates, SMF-types, etc.). This is followed by examples from various depositional environments and periods in the Earth history, studied during exercises (particularly thin sections, but also loose sediments) in terms of microfacies and diagenetic structures. The importance of these studies is also highlighted with respect to applications (e.g. of hydrocarbon exploration and geothermal energy). Great emphasis is placed on recent developments in carbonate sedimentology (e.g. cold water carbonates, deep-water reefs, bioerosion, cold-seep carbonates).</p>	
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • give an introduction to carbonate sedimentology • analyse thin sections and loose sediments in terms of microfacies and diagenetic properties • use this knowledge in addressing applied questions, e.g. in geothermal energy • perform an independent sedimentological and microfacies analysis and interpretation of carbonate rocks 	
7	Prerequisites		
8	Incorporation in sample study plan	1. semester of master studies	
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments. Facultative for students majoring in Applied Sedimentology–Georesources	
10	Examination criteria	Written examination (60 min)	
11	Grading	Written examination 100%	
12	Regular cycle	Annual in the winter term	
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS	
14	Duration	1 Semester	
15	Language	English	
16	Preparatory Reading	<p>Bathurst, E. (1975) Carbonate Sediments and their Diagenesis, Elsevier Flügel, E. (2004) Microfacies of Carbonate Rocks, Springer Roberts, J.M., Wheeler, A., Freiwald, A. & Cairns, S. (2009) Cold-Water Corals, Cambridge University Press Scholle, P.A., Bebout, D.G. & Moore, C.H. (1983) Carbonate Depositional Environments, AAPG Tucker, M.E. & Wright, V.P. (1991) Carbonate Sedimentology, Blackwell</p>	

1	Module	PB-V3: Palaeobiology I	5 ECTS
2	Courses	a) Macroevolution (L) b) Introduction to Phylogenetic Analysis (P)	2 SWH 1 SWH
3	Lecturers	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling Prof. Dr. M. Steinbauer Dr. Kenneth De Baets	

4	Responsible person	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
5	Contents	<p><u>a) Macroevolution</u> This lecture introduces large-scale evolutionary patterns and discusses underlying mechanisms. The lecture will confront students with current macroevolutionary theories. Metrics of evolutionary rates and the identification of relevant evolutionary factors are taught. The focus is on biotic and abiotic controls of extinctions and originations. Scales and hierarchies of evolution are discussed in depth, as are the causes of evolutionary trends.</p> <p><u>a) Introduction to Phylogenetic Analysis</u> Phylogenetics is the study of evolutionary relationships through nucleotide or protein sequences or morphological traits under a model of evolution of these traits. The course introduces model-based methods of phylogenetic analysis in a hypothesis-testing framework. A computer lab introduces case studies most relevant to palaeontologists, e.g. fossil-calibrated phylogenies, ancestral state reconstruction, and historical biogeography.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recognize, understand and reproduce large-scale evolutionary patterns. • Know multi-level evolutionary theory • Describe the basics of phylogenetic reconstructions, the identification of evolutionary rates and relevant evolutionary factors. • Identify biotic and abiotic controls of extinction and origination • Present the proofs for a hierarchical organization of evolutionary processes • Describe relationships among gene sequences/ individuals/ species based on a phylogeny • Build a character matrix based on morphological data, as well as an aligned sequence dataset and • Address macroevolutionary questions such as ancestral state reconstruction
7	Prerequisites	none, but the module “Consolidation of Basics I and II (or equivalent)” is recommended
8	Incorporation in sample study plan	2. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Written examination (60 min)
11	Grading	Written examination 100%
12	Regular cycle	Annual in the summer term
13	Workload	Attendance time: 42 h Self-study: 108 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS Points
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Stanley, S.M. (1998) Macroevolution: patterns and processes Levinton, J.S. (2001) Genetics, Paleontology, and Macroevolution. Zimmer, C. & Emlen, D. (2012) Evolution: Making Sense of Life Foote, M. & Miller, A. I. (2006) Principles of paleontology. Benton, M. J. and Harper, D. A. T. (2009) Introduction to Paleobiology and the fossil record. Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. (2008) Paleontological Data Analysis</p>

1	Module	PB-V4: Palaeobiology II	5 ECTS
2	Courses	a) Macroecology (L) 1 SWH a) Macroecology (E) 1 SWH b) Biofacies and Palaeoecology (E) 2 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. M. Steinbauer Dr. Michael Heinze	

4	Responsible person	Prof. Dr. M. Steinbauer
5	Contents	<p>a) Macroecology Macroecology integrates data from ecology, systematics, evolutionary biology, palaeobiology and biogeography to identify patterns in ecosystems functioning at largest spatial and temporal scales. The course takes a hierarchical approach at patterns in abundance and distribution of species, palaeogeography, population dynamics and interactions, and implications for macroevolution and conservation biology.</p> <p>b) Biofacies and Palaeoecology Students perform a study identifying biofacies from outcrop data and fossils. The class covers the whole workflow from gathering fossils in the field to sample preparation, analysis and interpretation.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explain the large-scale patterns in species abundance, diversity and distribution • Understand and apply the key ecological models describing population dynamics and interactions within and between species • Report, describe and apply palaeontological methods for the interpretation and reconstruction of ancient habitats and ecosystems • Prepare and analyse fossil samples and present the results in a professional way
7	Prerequisites	none, but the module “PB-V1: Morphology, Systematics and Ecology of Invertebrates (or equivalent)” is recommended
8	Incorporation in sample study plan	2. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Written report (Assignment max. 10 Pages)
11	Grading	Written examination 100%
12	Regular cycle	Annual in the summer term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Brown, James H. (1995) Macroecology. 269 pp., The University of Chicago Press</p> <p>Smith, F., Gittleman, J.L. & Brown, J.H. (2014) Foundations of Macroecology: Classic Papers with Commentaries. 800 pp. The University of Chicago Press</p> <p>Witman, J.D. & Roy, K. (2009) Marine macroecology. The University of Chicago Press</p> <p>Rosenzweig, M.L. (1995) Species diversity in space and time.</p> <p>Brenchley, P.J. & Harper, D, A.T. 1998. Palaeoecology. Ecosystems, environments and evolution.- 402 pp., Chapman & Hall</p> <p>Goldring, R.G. 1999. Field Palaeontology.- 191 pp, Longman</p>

1	Module	PB-E2: Analytical Palaeobiology	5 ECTS
2	Courses	Analytical Palaeobiology (E) 4 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling	

4	Responsible person	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
5	Contents	<p>This module presents modern methods of quantitative analyses of the fossil record. Computer exercises are introduced by short lectures on theoretical foundations. Students use R (www.r-project.org) and modify existing scripts to apply them to palaeobiological problems using data from the Paleobiology Database (www.paleobiodb.org) and other sources.</p> <p>Topics covered are reconstructions of biodiversity and their dynamics, measuring evolutionary rates, quality of the fossil record, and sampling standardization.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand and apply modern quantitative methods of analyzing the fossil record at large • Use R and tailor existing scripts for palaeobiological problems • Apply statistics to separate biologically meaningful signals from random noise
7	Prerequisites	none, but the module “Consolidation of Basics I and II (or equivalent)” is recommended
8	Incorporation in sample study plan	2. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Oral presentation (20 min) on a specific subject using the Palaeobiology Database and modified or own R scripts.
11	Grading	Oral presentation 100%
12	Regular cycle	Annual in the summer term
13	Workload	<p>Attendance time: 56 h</p> <p>Self-study: 94 h</p> <p>Total: 150 h equivalent to 5 ECTS</p>
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Foote, M. & Miller, A.I. (2007): Principles of Paleontology (W.H. Freeman and Company, New York) Third Ed p 354.</p> <p>Knell, R.J. (2013). <i>Introductory R: A Beginner's Guide to Data Visualisation and Analysis using R</i>. http://www.introductoryr.co.uk/. http://paleobiodb.org</p>

1	Module	PB-F1: Palaeontological Research I	5 ECTS
2	Courses	a) Proxies in palaeoenvironmental reconstructions (L) 1 SWH a) Proxies in palaeoenvironmental reconstructions (E) 1 SWH b) Laboratory methods in palaeontology (E) 2 SWH	
3	Lecturers	Dr. Michael Heinze Dr. Emilia Jarochowska Theresa Nohl	

4	Responsible person	Dr. E. Jarochowska
5	Contents	<p><u>a) Proxies in palaeoenvironmental reconstructions</u> Environmental parameters such as productivity, redox conditions or salinity can be approximated with quantitative data derived from the geological record. The course emphasizes quantitative, testable palaeobiological proxies which can be used to make predictions and assessed in terms of their accuracy and precision. Students identify the type of data and statistical methods (ordination techniques and regression analysis) to build their own proxies for environmental gradients.</p> <p><u>b) Laboratory methods in palaeontology</u> The course introduces research devices and analytical methods available for palaeoenvironmental studies. Depending on the availability of individual devices, it is supplemented with small exercises involving:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scanning Electron Microscopy - EDX analysis (energy dispersive X-ray analysis) - μ-CT imaging - MicroMill (microsampler) - Light microscopy including digital image analysis - Thin-section preparation and staining - Vacuum-casting
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • apply, compare and evaluate palaeobiological proxy data (e.g. ichnofossils, biofabrics, biomarker etc) in the deep time • derive proxies from actualistic models and explain the limitations of this approach • design a tailored study to analyse an environmental gradient using fossil data • apply the analytical tools available in reconstruction of palaeoenvironments in theory and in practice (see above) • master advanced laboratory methods in palaeontology
7	Prerequisites	none, but the successful completion of 1. and 2. semesters of master studies is recommended
8	Incorporation in sample study plan	3. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Written examination (60 min)
11	Grading	Written examination 100%
12	Regular cycle	Annual in the winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Dickson (1966): Carbonate identification and genesis as revealed by staining Dravis (1990): Carbonate petrography – update on new techniques and applications Nielsen & Maiboe (2000) Epofix and vacuum: an easy method to make casts of hard substrate Reed (2005): Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology Armstrong, H. & Brasier, M. D. (2005) Microfossils Seilacher, A. (2007) Trace Fossil Analysis Buatois, L.A. & Mángano, M.G. (2011) Ichnology: Organism-Substrate Interactions in Space and Time Hill, W., Wyse, G.A. & Anderson, M. (2016) Animal Physiology Patzkowsky, M. & Holland, S.M. (2012) Stratigraphic Paleobiology Green, O.R. (2001) A Manual of Practical Laboratory and Field Techniques in Palaeobiology</p>

1	Module	PB-F2: Palaeontological Research II	5 ECTS
2	Courses	a) Geobiology of reefs (L) 1 SWH a) Geobiology of reefs (E) 1 SWH b) Programming and statistics in palaeobiology (E) 2 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling	

4	Responsible person	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
5	Contents	<p><u>a) Geobiology of reefs</u> The course presents the methods for studying fossil reef systems, explains geological and biological control factors of reef development, and shows the geological history of reef systems. Reef data are analysed in practical exercises involving geographic information systems (GIS).</p> <p><u>b) Programming and statistics in palaeobiology</u> Modern statistical and programming knowledge is imparted using the open-source R software (www.r-project.org) and additional packages specific to individual problems. The focus is on multivariate methods (cluster analysis, correspondence analysis, multiple regression).</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • name methods for studying fossil reef systems • describe and explain geological and biological control factors over reef development • present the history of reef systems • evaluate reef data in practice using GIS • work independently with open-source R Software and topic-specific additional packages, and apply them to current paleobiological problems • create scripts with which palaeobiological hypotheses can be tested
7	Prerequisites	no, but the successful completion of 1. and 2. semesters of master studies, in particular the module „Analytical Palaeobiology“ is recommended
8	Incorporation in sample study plan	3. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Oral presentation (20 min)
11	Grading	Oral presentation 100%
12	Regular cycle	Annual in the winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Roberts et al. (2009), Cold-water corals: The biology and Geology of deep-sea coral habitats Kiessling W., Flügel E., & Golonka J., eds., (2002) Phanerozoic Reef Patterns, SEPM Special Publications, Vol 72, p 775. Sheppard, C. R. C., Davy, S. K., and Pilling, G. M., (2009), The Biology of Coral Reefs, Oxford, Oxford University Press, 339 p. Wood R. (1999), Reef evolution (Oxford University Press), 414 p.</p>

1	Module	PB-F3: Palaeontological Research III	5 ECTS
2	Courses	a) Hypothesis testing in palaeobiology (S) 2 SWH b) Oceanography (L) 1 SWH Oceanography (E) 1 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling Prof. Dr. Axel Munnecke Prof. Dr. M. Steinbauer	

4	Responsible person	Prof. Dr. M. Steinbauer
5	Contents	<p>(a) Seminar: Hypothesis testing in palaeobiology The seminar takes place as a block near the end of the semester, when students choose their Master thesis topics. The seminar serves to sharpen the research question that will be addressed in the thesis and evaluate the proposed study design through discussion among students and teachers. Students summarize the state of the art, motivate the choice of the topic, explain which steps they will undertake to address it and discuss the feasibility of the approach.</p> <p>(b) Oceanography The purpose of the lecture is to convey the principles of oceanography and climate. For example, the mechanism of thermohaline circulation, the importance of water mass properties, the phenomenon of internal waves, ocean front systems, ocean acidification and its consequences, and relationships with the global climate.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formulate a precise plan for their Master’s thesis and defend its concept in a presentation and discussion with all faculty members and students • summarize the principles of oceanography • understand, explain, and present global oceanographic and climatic relationships
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	3. semester of master studies
9	Usability of the module	Obligatory for students majoring in Palaeobiology–Palaeoenvironments
10	Examination criteria	PL: Written exam (30 min) and SL: oral presentation (30 min)
11	Grading	Written exam 100%
12	Regular cycle	Annual in the winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	<p>Good, P.I. & Hardin, J.W. (2003) Common errors in statistics (and how to avoid them), Wiley</p> <p>Logan, M. (2010) Biostatistical Design and Data Analysis in R, Wiley</p> <p>Thurman (1990) Essentials of oceanography, Pearson Education</p> <p>Vallis, G.K. (2011) Climate and the Oceans, Princeton University Press</p>

17	Module	RL-V1: AS-F2 Sedimentary geochemistry	5 ECTS
18	Course	Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis (L) 2 SWH Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - Lab (L) 1 SWH Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - Lab (E) 1 SWH	
19	Lecturers	Apl. Prof. Dr. Michael Joachimski	

20	Responsible person	Apl. Prof. Michael Joachimski
21	Contents	<p><u>Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis</u> Foundation of sedimentary geochemistry with special consideration to major and trace elements, Rare Earth Elements (REE), stable and radiogenic isotopes.</p> <p><u>Geochemical proxies in palaeoenvironmental analysis - lab:</u> Application of geochemical proxies to reconstructions of palaeoclimate as well as palaeoenvironmental conditions. Geochemical development of sedimentary rocks in Earth history. Palaeoclimatic history of the Earth as reconstructed using geochemistry.</p>
22	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • present and explain the foundations of sedimentary geochemistry with special consideration to major and trace elements, Rare Earth Elements (REE), stable and radiogenic isotopes • apply geochemical proxies to reconstructions of palaeoclimate as well as palaeoenvironmental conditions – analyse, present and discuss the data • summarize the geochemical development of sedimentary rocks in Earth history. Palaeoclimatic history of the Earth as reconstructed using geochemistry
23	Prerequisites	
24	Incorporation in study plan	1. semester
25	Usability of the module	Obligatory for students of "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" and "Earth Systems Research Lab". Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
26	Examination criteria	Written exam (60 min)
27	Grading	Exam 100%
28	Regular cycle	Winter term
29	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
30	Duration	1 Semester
31	Language	English
32	Preparatory Reading	<p>Burdige, D. (2006): Geochemistry of Marine Sediments.- Princeton (Princeton University Press).</p> <p>MacKenzie, F. (2005): Sediments, Diagenesis, and Sedimentary Rocks: Treatise on Geochemistry: Volume 7, Amsterdam (Elsevier).</p> <p>Sharp, Z. (2005): Principles of stable isotope geochemistry.- New York (Prentice Hall).</p> <p>Turekian, K. (2005): The Oceans and Marine Geochemistry: Treatise on Geochemistry, Volume 6. Amsterdam (Elsevier).</p>

1	Module	RL-V2: Earth Systems Research Lab I	5 ECTS
2	Course	Research Project Design (S, P)	4 SWH
3	Lecturers	Prof. Dr. W. Kiessling Prof. Dr. M. Steinbauer	

4	Responsible person	Prof. Dr. M. Steinbauer
5	Contents	Students prepare a one-semester research project to be performed in Earth Systems Research Lab II (summer term), either as part of current projects in the Section Palaeobiology, or pursuing their own research questions developed with lecturers. Students become first integrated into the research environment by attending the Palaeobiology seminar, and in coordination with lecturers decide upon their project area. They perform a literature survey to identify the specific research question they will address and to find available methods. With the help of the lecturers, they identify relevant material (collections, database, field area) to be studied in their individual projects and assess the feasibility given the time available. They receive instructions on appropriate forms and constructions used in scientific texts. They write a small research proposal (the format of a small DFG application) motivating their study, outlining the study design and feasibility. Teachers provide feedback on both scientific and linguistic aspects of the proposals.
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • identify and find scientific literature relevant to a given problem • read the literature critically, identifying gaps in current knowledge • develop a research topic addressing one of such gaps • can chose appropriate project design and methodology and evaluate the feasibility of the project • understand scientific English terms (spoken and written) • write an professional text in English, using appropriate terms and constructions
7	Prerequisites	none, but the successful completed previous courses are recommended
8	Incorporation in study plan	2. Semester
9	Usability of the module	Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Project proposal in the DFG format (max. 15 pages)
11	Grading	Project proposal 100%
12	Regular cycle	Winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	To be identified by the student, based on suggestions from lecturers or own initiative.

1	Module	RL-V3: Earth Systems Research Lab II	5 ECTS
2	Course	a) Literature Seminar (S) 2 SWH b) Research Project Implementation (P) 2 SWH	
3	Lecturers	Prof. Dr. W. Kiessling Prof. Dr. M. Steinbauer	

4	Responsible person	Prof. Dr. M. Steinbauer
5	Contents	<p><u>Literature Seminar</u></p> <p>Each student presents one article relevant to their research project, explaining the main problem/hypothesis, the approach, and the conclusions. Together with other students and lecturers they discuss how the methods or findings could be related to their own project or research interests. Students learn how to develop a scientific argument in English using specialist terminology and forms appropriate in a professional environment.</p> <p><u>Research Project Implementation</u></p> <p>Students perform a one-semester research project designed during the winter term, either as part of current projects in the Section Palaeobiology, or pursuing their own research questions developed with lecturers.</p> <p>Data acquisition may take place in the field, in museum collections, through literature mining or examination of material available on site, e.g. the microfacies collection, and involve all available techniques, including ultrastructure, histology, μCT, geometric morphometrics, 3D model construction and others. Results of the research project are presented in an article following a PNAS format. Emphasis is also put on data handling and archiving, reproducibility of the results, as well as on soft skills: sharing lab space and equipment, communication with colleagues and fellow students, and handling unexpected problems in project preparation.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to present the chosen problem to a broader professional audience and engage in a competent discussion on relevant methodology and importance of the topic • learn good practice in sample and data handling • gain the ability to work independently on data collection and analysis • write a research article in PNAS format, presenting the results of their work in a concise fashion • become parts of research teams early and learn the organizational and social skills associated with teamwork
7	Prerequisites	none, but the successful completed previous courses are recommended
8	Incorporation in study plan	2. Semester
9	Usability of the module	Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
10	Examination criteria	PL: research article (6 publication-formatted pages) SL: presentation of literature relevant to their selected (30 min)
11	Grading	Research article (100%)
12	Regular cycle	Summer term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	To be identified by the student, based on suggestions from lecturers or own initiative.

1	Module	RL-V4: Environmental Hydrogeology AG-V3b: Environmental Hydrogeology	5 ECTS
2	Course	Tracers, Isotopes & Natural Attenuation (L) 3 SWS Tracers, Isotopes & Natural Attenuation (E) 1 SWS	
3	Lecturers	Prof. PhD J. Barth	

4	Responsible person	Prof. PhD J. Barth
5	Contents	The course provides an overview of various aquifer tracer techniques involving colour and salt tracers to determine groundwater flow rates. Isotope tracers are presented and serve to introduce concepts of large-scale isotope hydrogeology. Here the focus is on environmental isotopes in geohydrological and carbon cycles. Principles are explained with several examples. The course also includes a 1.5 to 2-day tracer experiment.
6	Learning Objectives and Competences	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • understand, plan and perform local tracer studies on surface and groundwater systems • understand and interpret large-scale mass balance of C, H, N and O isotopes • apply various tracer techniques for aquifers using color and salt tracers, and infer groundwater flow rates • understand the principle of mass balance of stable isotopes and apply it independently
7	Prerequisites	None, but basic knowledge of hydrogeology is recommended
8	Incorporation in study plan	2. Semester
9	Usability of the module	Obligatory for Master Students in „Angewandte Geologie“ and “Earth systems Research Lab”. Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments. The course is open to students of all majors.
10	Examination criteria	Report (max. 10 pages)
11	Grading	Report 100%
12	Regular cycle	Summer term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Clark, I.D. & Fritz, P. (1997) Environmental Isotopes in Hydrogeology, CRC Press Mook, W.G. (2005) Introduction to Isotope Hydrology, Taylor & Francis Kendall, C. & McDonnell, J.J. (1999) Isotope Tracers in Catchment Hydrology, Elsevier Käss, W. (1998) Tracing Technique in Geohydrology, CRC Press

1	Module	RL-F1: Earth System Research Lab III	5 ECTS
2	Course	Data mining and Analysis in Earth System Research (P) 3 SWH Data mining and Analysis in Earth System Research (S) 1 SWH	
3	Lecturers	Lecturers at Section Palaeobiology	

4	Responsible person	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
5	Contents	Students prepare a data mining project, either integrated into current research at the Section Palaeobiology, or proposed on their own and consulted with teachers. The results are delivered in the form of an oral presentation. The data mining is based on biological or palaeontological repositories (Paleobiology Database, PaleoReefs Database and others) complemented, when necessary, with literature mining. Students formulate research questions through discussion with all lecturers (and other scientific staff involved in respective projects) and identify the type of data, temporal resolution, and taxonomic level necessary to address the question. They perform data cleaning and statistical analyses independently.
6	Learning Objectives and Competences	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • formulate larger research questions and specific hypotheses, which can be addressed and tested through data mining and analysis • identify appropriate statistical analysis and required data (sample size, geographical and stratigraphic range, taxonomic level and stratigraphic resolution) • handle data repositories and clean up the data • perform statistical analyses and code in a way that is accessible to another scientist
7	Prerequisites	none, but the successful completed previous courses are recommended
8	Incorporation in study plan	3. Semester
9	Usability of the module	Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Presentation (30 min)
11	Grading	Presentation 100%
12	Regular cycle	Winter term
13	Workload	Attendance time: 56 h Self-study: 94 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	To be identified by the student, based on suggestions from lecturers or own initiative.

1	Module	RL-F2: Earth System Research Lab IV	5 ECTS
2	Course	Science communication (S)	3 SWH
3	Lecturers	Lecturers at Section Palaeobiology	

4	Responsible person	Prof. Dr. Wolfgang Kiessling
5	Contents	Students prepare a popular talk on their research project in the Earth System Research Lab III module, and a press release. They explain the broader context of their topic using attractive graphical material and a terms accessible to non-specialists. They explain the implications of their results and their meaning for the society.
6	Learning Objectives and Competences	The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • present the results of their analyses in a concise, comprehensive and attractive way • explain the motivation of their study and its implications to a non-specialist • prepare a short press release presenting their finding in an attractive way for non-specialists
7	Prerequisites	none, but the successful completed previous courses are recommended
8	Incorporation in study plan	3. Semester
9	Usability of the module	Students majoring in Palaeobiology-Palaeoenvironments
10	Examination criteria	Presentation (60 min)
11	Grading	Presentation 100%
12	Regular cycle	Winter term
13	Workload	Attendance time: 42 h Self-study: 108 h Total: 150 h equivalent to 5 ECTS
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	To be identified by the student, based on suggestions from lecturers or own initiative.

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Modulbezeichnung	Schlüsselqualifikation I/II SQ: Industriepraktika	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Industriepraktika	4 Wochen
3	Dozenten	Dozenten GeoZentrum	

4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan
5	Inhalt	Das Industriepraktikum dient dazu, theoretische Erkenntnisse im Praxisbezug zu vertiefen und auszuüben. Es soll sowohl fachrichtungsbezogene Kenntnisse in den Naturwissenschaften vermitteln, als auch an betriebsorganisatorische Probleme heranführen. Die Studierenden bearbeiten ein angewandtes geologisches Projekt. Die Aufgabenstellung ist in der Regel komplex und verlangt häufig nach einem interdisziplinär arbeitenden Team sowie einem hohen Maß an Selbstverantwortung.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die angestrebte Spezialisierung im Berufsfeld ausgehend vom Studium der Geowissenschaften aufgrund des gewonnenen Überblicks in der Praxis zu beurteilen • vor und nachgeschaltete Projektschritte in ihrem komplexen Zusammenwirken beurteilen und beschreiben • komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Projektprozesse schriftlich dokumentieren. • die soziale Seite des Arbeitsprozesses aufgrund der sekundären Sozialisierung im Betrieb erfassen und den Betrieb auch als soziale Struktur beschreiben • seine/ihre künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit im Betrieb einschätzen • die durchgeführten Tätigkeiten und die dabei gemachten Beobachtungen und Erfahrungen in schriftlicher Form anerkennungswürdig darstellen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht unbenotet
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 133h Eigenstudium: 17 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch/Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird individuell vom Dozenten ausgegeben

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Module	Key Qualifications I/II KQ: Industry internships	5 ECTS Points
2	Courses	Industry internships	4 weeks
3	Lecturers	GeoZentrum faculty staff	

4	Responsible person	Dean of Studies
5	Contents	<p>The internship serves to reinforce and apply theoretical knowledge in practice. It is intended to provide both knowledge from the specific discipline in natural sciences, as well as to introduce the student to management problems.</p> <p>Students work on an applied geological project. The task is usually complex and often requires an interdisciplinary team and a high degree of self-responsibility.</p>
6	Learning Objectives and Competences	<p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • assess their planned specialization with respect to the professional field based on acquired insight into practice • assess and describe up- and downstream project steps in their complex interactions • document in a written form complex scientific relationships and processes of the project • seize the social aspect of the work process based on socialization in the workplace and describe the workplace as a social structure • evaluate their future position and perspectives in the workplace • Professionally present performed tasks, as well as observations and experiences acquired during the project, in a written form
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	From 1 st semester
9	Usability of the module	Master's program in geosciences
10	Study and examination achievements	Report (max. 20 pages)
11	Grading	Report (not graded)
12	Regular cycle	Each semester
13	Workload	Attendance: 133h Self-study: 17 h
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Individually assigned by lecturers

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Modulbezeichnung	Schlüsselqualifikation I/II SQ: Kartierung	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Kartierung 12 Tage	
3	Dozenten	Dozenten GeoZentrum	

4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan
5	Inhalt	Grundlagen topographischer und geologischer Karten, Konstruktion von geologischen Profilen, Darstellung und Deutung von tektonischen Strukturen in der geologischen Karte, Interpretation von geologischen Karten, Konstruktion von Strukturlinienkarten, Einführung in die Allgemeine Gefügekunde, Messung von geologischen Lageparametern mit Hilfe des Geologenkompasses und Interpretation geologischer Strukturen.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufschlüsse skizzieren und darstellen und die Beobachtungen zusammenfassen • Lagerungsverhältnisse von geologischen Körpern bestimmen • eine topographische Karte lesen und sich anhand der Karte orientieren • Geländebefunde in Karten eintragen und eine räumliche Kartendarstellung des Geländebefundes erstellen • tektonische Profile konstruieren • in Gruppen kooperativ und verantwortungsvoll gemeinsam vor Ort Aufgaben lösen • ihre persönlichen motorischen und physischen Fähigkeiten einschätzen und gezielt in ihrem Arbeitsprozess anwenden • vereinbarte Regeln zu Sicherheitsaspekten verstehen und handeln für sich und ihre Gruppe verantwortungsbewusst
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Master Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht unbenotet
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit ca.: 60 h Eigenstudium ca.: 90 h Zusammen 140 h oder 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird durch die jeweiligen Dozentinnen und Dozenten ausgegeben.

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Module	Key Qualifications I/II KQ: Geological mapping	5 ECTS Points
2	Courses	Geological mapping 12 Days	
3	Lecturers	GeoZentrum faculty staff	

4	Responsible person	Dean of Studies
5	Contents	Fundamentals of topographic and geological maps, construction of geological profiles, presentation and interpretation of tectonic structures on a geological map, interpretation of geological maps, construction of structure contour maps, introduction to classification of primary fabrics, measurement of geological orientation using a geological compass and interpretation of geological structures.
6	Learning Objectives and Competences	<p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sketch and present outcrops and summarize the observations • Identify the orientation of geological structures • Read a topographic map and find their way using a map • Record field observations on a map and compile an orderly map-based report on field findings • Draw a tectonic profile • Perform assigned tasks in a team in a professional and responsible way • Evaluate their own motorical and physical abilities and use them adequately at work • Understand agreed rules concerning safety aspects and apply them in a responsible way to themselves and the team
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	From 1 st semester
9	Usability of the module	Master's program in geosciences
10	Study and examination achievements	Report (max. 20 pages)
11	Grading	Report (not graded)
12	Regular cycle	1 x yearly in winter term
13	Workload	Attendance ca.: 60 h Self-study ca.: 90 h In total: 140 h or 5 ECTS points
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Individually assigned by lecturers

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Modulbezeichnung	Schlüsselqualifikation I/II SQ: Geländeübungen	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Geländeübungen 12 Tage	
3	Dozenten	Dozenten GeoZentrum	

4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan
5	Inhalt	Grundlagen der Regionalen Geologie ausgewählter Exkursionsgebiete; Prozessorientierte Betrachtung sedimentärer, magmatischer und metamorpher Gesteine. Kartierung und lithologische Charakterisierung unterschiedlich deformierter Gesteinsserien. Analyse sedimentärer Becken, magmatischer und metamorpher Komplexe. Aufbau orogener Gürtel. Paläobiogeographie, Palökologie.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die regionale Geologie ausgewählter Exkursionsgebiete beschreiben • aus den einzelnen Aufschlüssen des Gesamtgebietes die Genese der vorliegenden Gesteine erklären und in einer Karte darstellen • verschiedene Geländemethoden (sedimentologisch-paläontologische Profilaufnahme, strukturgeologische Arbeitsweisen, ingenieur- und hydrogeologische Arbeitsweisen, geophysikalische Arbeitsweisen) beschreiben, anwenden und die Ergebnisse adäquat dokumentieren • ihre zweidimensionale Wahrnehmung im Aufschluss mit dem theoretischen Wissen verknüpfen und eine Hypothese zum dreidimensionalen Aufbau des Geländes aufstellen • in Gruppen kooperativ und verantwortungsvoll gemeinsam vor Ort Aufgaben lösen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Studierende Bachelor Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht unbenotet
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich, jeweils SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit ca.: 60 h Eigenstudium ca.: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	R. Walter, Geologie von Mitteleuropa. Geologische Karte von Bayern 1:500 000 mit Erläuterungen.

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Module	Key Qualifications I/II KQ: Field exercise	5 ECTS Points
2	Courses	Field exercise 12 days	
3	Lecturers	GeoZentrum faculty staff	

4	Responsible person	Dean of Studies
5	Contents	Foundations of regional geology of selected field areas; process-oriented observation of sedimentary, igneous and metamorphic rocks. Mapping and lithological characterization of differently deformed rock series. Analysis of sedimentary basins, igneous and metamorphic complexes. The structure of orogenic belts. Palaeobiogeography, palaeoecology.
6	Learning Objectives and Competences	Students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • Describe the regional geology of selected field areas • Explain and present on a map the origin of given rock bodies based on individual sections in the field area • Describe and apply various field methods (sedimentological and palaeontological description of profiles, methods of structural geology, methods of engineering and hydrogeology, geophysical methods) and document the results adequately • Combine their two-dimensional observations from a geological section with theoretical knowledge and formulate a hypothesis concerning the three-dimensional field structure • Perform assigned tasks in a team in a professional and responsible way
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	From 1 st semester
9	Usability of the module	Master's program in geosciences
10	Study and examination achievements	Report (max. 20 pages)
11	Grading	Report (not graded)
12	Regular cycle	1 x yearly, in summer term
13	Workload	Attendance ca.: 60 h Self-study ca.: 90 h
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Modulbezeichnung	Schlüsselqualifikation I/II SQ: Projektarbeit oder vergleichbare Tätigkeiten	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Projektarbeit oder vergleichbare Tätigkeiten 4 Wochen	
3	Dozenten	Dozenten GeoZentrum	

4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan
5	Inhalt	Die Inhalte orientieren sich am jeweiligen Projekt
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • ihre Detailkenntnisse im Gebiet der Geowissenschaften demonstrieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren. • Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern. • für eine grundlagenorientierte, praktische Fragestellung aus dem Bereich der Geowissenschaften eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen. • Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern. • zur Projektbearbeitung selbständig Methoden auszuwählen und diese Auswahl zu begründen. Sie können darlegen, wie sie die Methoden auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinausweisende Ergebnisse sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren. • die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben. • die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erreichen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)
11	Berechnung Modulnote	Bericht unbenotet
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 133 h Eigenstudium: 17 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Englisch/Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Wird individuell vom Dozenten ausgegeben

Schlüsselqualifikation / Key Qualifications, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Module	Key Qualifications I/II KQ: Work on an individual project or comparable	5 ECTS Points
2	Courses	Work on an individual project or comparable 4 weeks	
3	Lecturers	GeoZentrum faculty staff	

4	Responsible person	Dean of Studies
5	Contents	Contents depend on individual topics
6	Learning Objectives and Competences	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demonstrate their detailed knowledge in the field of geosciences. They can give an account of the state of the art, present examples of application, and discuss these critically with respect to current problems and conditions in science and society. • Explain in detail and critically discuss scientific methods which they have chosen for their own project. • Propose a strategy to solve a practical, theoretically grounded research question from the discipline of geosciences and outline the steps towards the solution. They can relate to theoretical knowledge and current state of the art concerning work safety, ecology, ethical and economic aspects, as well as the social context. • Independently select methods to be used in their work and justify this choice. They can demonstrate how these methods relate to the specific field of application adapt them to the application context. They can explain in broad terms the implications going beyond direct project results and give an outlook for further developments. • Present the relevance, the work steps and partial problems for discussion in a larger group, lead the discussion, and give other students feedback on their projects. • Independently, but under supervision, plan and document the steps and procedures necessary for performing the project within predetermined deadlines. This includes that they can find the latest scientific information in a targeted manner. Furthermore, they are able to follow feedback on the progress of their work from experts in order to achieve high quality results relevant to the state of science and technology.
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	From 1 st semester
9	Usability of the module	Master's program in geosciences
10	Study and examination achievements	Report (max. 20 pages)
11	Grading	Report (not graded)
12	Regular cycle	Each semester
13	Workload	Attendance: 133 h Self-study: 17 h
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Individually selected with assistance from lecturers

Masterarbeit, Verantwortlicher: Dozenten GeoZentrum

1	Modulbezeichnung	Masterarbeit	30 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Schriftliche Masterarbeit Verteidigung der Masterarbeit	750 h 150h
3	Dozenten	Dozenten des GeoZentrums	

4	Modulverantwortliche/r	Dozenten des GeoZentrums
5	Inhalt	Masterarbeit je nach Thema
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine wissenschaftliche Fragestellung über einen längeren Zeitraum verfolgen, das entsprechende Fachgebiet selbstständig und innerhalb einer vorgegebenen Frist bearbeiten • eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme entwickeln • in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches umgehen und reflektieren diese • geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anwenden und weiterentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darstellen • fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes erweitern
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Geowissenschaften
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Masterarbeit (40 – 60 Seiten) Vortrag (20 min)
11	Berechnung Modulnote	Masterarbeit 5/6 der Gesamtleistung Vortrag 1/6 der Gesamtleistung
12	Turnus des Angebots	SoSe
13	Arbeitsaufwand	Gesamt: 900 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichtssprache	Deutsch/ Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Wird vom Dozenten ausgegeben

1	Module	Master's thesis	5 ECTS Points
2	Courses	Written Master's thesis Master's thesis defence	750 h 150h
3	Lecturers	GeoZentrum faculty staff	

4	Responsible person	GeoZentrum faculty staff
5	Contents	Individually selected topic
6	Learning Objectives and Competences	<p>Students:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acquire the ability to pursue a scientific question over a longer period to process the relevant subject area independently and within a prescribed period • Develop their own ideas and concepts to solve scientific problems • Discuss critically theories, terminology, peculiarities, limitations, and opinions in their discipline and reflect upon them • Are able to work independently to manage and develop appropriate scientific methods - also in new and unfamiliar and multidisciplinary contexts - and present the results in an appropriate scientific form • Can present and discuss topics within their discipline in both oral and written form, in a clear way adjusted to the target audience • Develop their skills related to planning and structuring their work through the implementation of a thematic project
7	Prerequisites	
8	Incorporation in sample study plan	Starting from 4. semester
9	Usability of the module	Master's program in geosciences
10	Study and examination achievements	Master's thesis (40 – 60 pages) Presentation (20 min)
11	Grading	Master's thesis 5/6 of the final grade Defence 1/6 of the final grade
12	Regular cycle	Summer term
13	Workload	900 h in total
14	Duration	1 Semester
15	Language	English
16	Preparatory Reading	Provided individually