





1. Handbucheinleitung.....	3
1.1. Beratung.....	4
1.2. Studienplan.....	4
2. Modulbeschreibungen.....	5
Mathematik .....	7
Physik .....	8
Chemie .....	9
Grundlagen der Geowissenschaften.....	10
Baumaterial der Erde .....	13
Historische Geologie.....	16
Rohstoffe und Regionale Geologie .....	18
Methoden der Geländearbeit .....	20
Physik und Chemie Praktikum.....	22
Methoden Labor .....	23
GIS & Präsentationen .....	25
Geologie (Wahlpflicht) .....	27
Mineralogie (Wahlpflicht) .....	29
Geophysik (Wahlpflicht) .....	32
Angewandte Geologie (Wahlpflicht).....	34
Ergänzungsmodul .....	36
Strukturgeologie und Tektonik.....	37
Einführung in Matlab.....	39
Tektonophysik.....	40
Rock Physics .....	41
Berufsbilder in den Wasserwissenschaften.....	42
Wirbeltierpaläontologie .....	43
Paläobotanik.....	44
Measuring Earth surface motions with InSAR and GNSS.....	45



# **1. Handbucheinleitung**

Dieses Handbuch fasst insbesondere die wesentlichen Inhalte und studienorganisatorischen Parameter der Module zusammen, die Sie im Fach Geowissenschaften studieren. Sie finden die Beschreibungen aller Module weiter unten im Abschnitt Modulbeschreibungen. Diese Modulbeschreibungen bilden den Kern dieses Handbuchs. Darüber hinaus finden Sie in diesem Modulhandbuch aber auch Informationen zum Beratungs- und Modularisierungskonzept des Studiums der Geowissenschaften.

**1.1. Beratung**

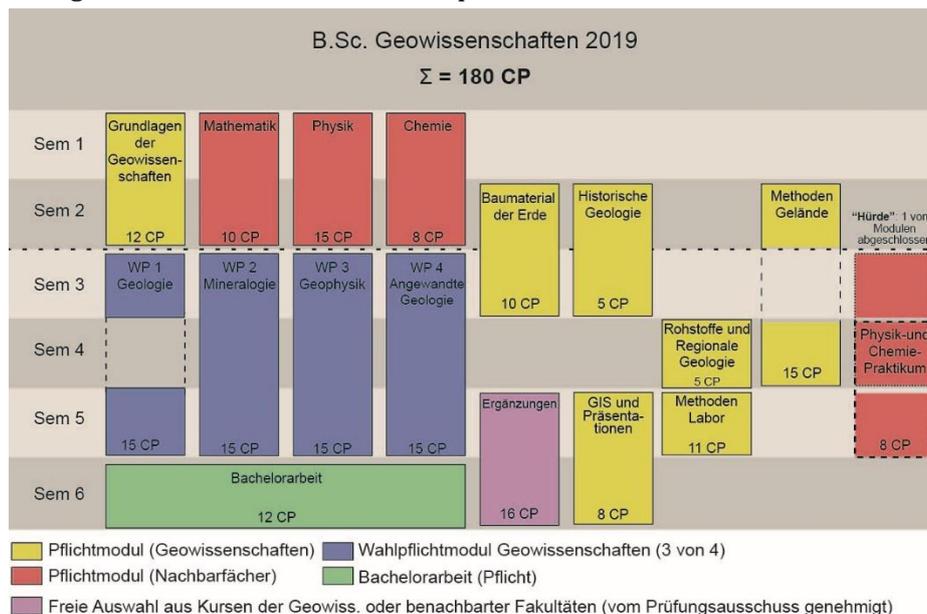
Sie haben am Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik die Möglichkeit, sich individuell und passend für Ihre jeweilige Fragestellung beraten zu lassen. Hier sind Ihre verschiedenen Anlaufstellen:

**Studienfachberatung:** Bei individuellen und allgemeinen Fragen z. B. zum Ablauf Ihres Studiums bzw. Fragen zu dessen Organisation wenden Sie sich an die Studienfachberatung und -koordination.

**Prüfungsangelegenheiten:** Bei Problemen und Angelegenheiten, die Prüfungs- und Studienleistungen betreffen, können Sie sich an das Prüfungsamt bzw. den Prüfungsausschuss wenden.

**Fachschaft:** Sie können sich insbesondere mit eher einfachen oder allgemeinen Fragen natürlich zunächst auch an Ihre Kommiliton/inn/en in der Fachschaft Geowissenschaften wenden.

Das Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik setzt sich für eine barrierefreie Lehre ein. Das Institut bietet auf Anfrage für alle Arten von Leistungskontrollen individualisierte Angebote als Nachteilsausgleich für Studierende mit entsprechendem Bedarf.



**1.2. Studienplan**

Die Veranstaltungen im Bachelor-Studium Geowissenschaften bauen aufeinander auf und sollten gemäß Abbildung 1 studiert werden. Von den Wahlmodulen (blau gekennzeichnete Module WP 1-4) sind drei zu absolvieren. Für das Ergänzungsmodul können Einzelveranstaltungen im Umfang von mindestens 16 Kreditpunkten aus den angebotenen Kursen beliebig zusammengestellt werden

## **2. Modulbeschreibungen**



<b>Mathematik</b>					
<b>Modul-Nr. 1</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	10 CP	300 h	1. + 2. Sem.	Jedes Semester, beginnend im WS	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Mathematik I b) Mathematik II			a) 5 SWS b) 5 SWS	a) 75 h b) 75 h	Nach Bedarf
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> keine					
<b>Vorbereitung:</b> Besuch eines Vorkurses wird empfohlen					
<b>Lernziele</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Studierende die für das wissenschaftliche Rechnen notwendigen mathematischen Grundlagen</li> <li>• sind in der Lage, diese in geowissenschaftlichen Zusammenhängen anzuwenden</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Mengen, Abbildungen, Funktionen; Reelle Zahlen; Kombinatorik; Rechnen mit Ungleichungen und Beträgen; Folgen und Reihen; Stetige und differenzierbare Funktionen (Mittelwertsätze, Exponential- und Logarithmusfunktionen); Stammfunktionen, bestimmte Integrale, numerische Integration und uneigentliche Integrale; Komplexe Zahlen; Differentialgleichungen (1.Ordnung; linear 2.Ordnung mit konstanten Koeffizienten); Vektoren, Geraden und Ebenen; Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme und Abbildungen; Isometrien, Eigenwerte und Eigenvektoren; Partielle Ableitungen, Taylor-Formel, lokale Extrema; Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume, Zufallsvariablen und stetige Verteilungen					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Übungen, selbständige Bearbeitung von Problemen zum Vorlesungsstoff					
<b>Prüfungsformen</b>					
Modulabschlussklausur 120 Min.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Bestandene Modulabschlussklausur (Erreichen von 50% ohne Bonuspunkte). Freiwillige Abgabe von Lösungen zu Übungsblättern mit Vergabe von Bonuspunkten.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5,5% der Gesamtnote.					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende:</b> Dr. Annett Püttmann					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Physik</b>					
<b>Modul-Nr. 2</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	15 CP	450 h	1. + 2. Sem.	Jedes Semester, beginnend im WS	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Physik I (WS)			(a) 4 SWS	(a) 105 h	a)–c) nach Bedarf
b) Mechanik für Geowissenschaftler (WS)			(b) 3 SWS	(b) 75 h	
c) Physik II (SS)			(c) 4 SWS	(c) 105 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> keine					
<b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse in Mathematik und Physik auf dem Niveau von Grundkursen an weiterführenden Schulen					
<b>Vorbereitung:</b> Besuch von Vorkursen wird empfohlen					
<b>Lernziele</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Studierende ein Verständnis für physikalische Vorgänge erlangt</li> <li>• können Studierende komplexe physikalische Vorgänge anhand von Modellen erklären</li> <li>• können Studierende physikalische Zusammenhänge mit mathematischen Methoden beschreiben</li> <li>• haben Studierende einen ersten Eindruck der physikalischen Aspekte des Aufbaus der Erde und der Vorgänge an ihrer Oberfläche gewonnen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) Physik I</b>					
Mechanik des Massenpunkts; Mechanik starrer Körper; Schwingungen und Wellen; Wärmelehre					
<b>b) Mechanik für Geowissenschaftler</b>					
Einordnung und Ansatz der Mechanik; Körpereigenschaften (Dichte, Schwerpunkt, Trägheitsmoment); Kraft und Drehmoment; Spannung, Verformung, elastische Kenngrößen					
<b>c) Physik II</b>					
Elektrizitätslehre; Elektrische Schwingkreise; Optik: Strahlen und Wellen; Elementare Atomphysik (Schalenaufbau, Röntgenstrahlung, Welle-Teilchen-Dualismus)					
<b>Lehrformen</b> Vorlesungen; Übungen (Vertiefung von Vorlesungsinhalten; Rechenübungen)					
<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Modulabschlussprüfung; 2-stündig					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8,3% der Gesamtnote.					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Professoren der Physik (wechselt jährlich); Jörg Renner (Modulbeauftragter)					
<b>Sonstige Informationen</b>					
<b>Literatur:</b>					
Rudolf Pitka, Steffen Bohrmann, Horst Stöcker, <i>Physik. Der Grundkurs</i> , Harri Deutsch Verlag Dieter Meschede, <i>Gerthsen Physik</i> , Springer					

<b>Chemie</b>					
<b>Modul-Nr. 3</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	1. + 2. Sem.	Jedes Semester, beginnend im WS	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Allgemeine Chemie für Biologen, Geowissenschaftler und Physiker; Vorlesung und Übung (WS)			(a) 4 SWS	(a) 90 h	60 Studierende in den Übungen
b) Chemie für Geowissenschaftler (SS)			(b) 2 SWS	(b) 60 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine					
<b>Lernziele</b>					
Nach Beendigung des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden den atomaren Aufbau von Materie und die Mechanismen chemischer Reaktionen.</li> <li>• können diese Kenntnisse auf spezifische Problemstellungen in den Geowissenschaften anwenden.</li> <li>• sind sie in der Lage sich Informationen aus elektronischen Medien und der Literatur zu erschließen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) Allgemeine Chemie:</b>					
Atomtheorie; Atomeigenschaften; Stöchiometrie; Chemische Bindungsformen; Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe; Typenchemische Reaktionen; Energieumsatz chemischer Reaktionen; Reaktionskinetik; Chemisches Gleichgewicht; Reaktionen in wässrigen Lösungen; Redoxreaktionen; Elemente und natürliche Verbindungen.					
<b>b) Chemie für Geowissenschaftler</b>					
Wichtige geochemische Elemente; Messmethoden (pH-Messung, spektroskopische Methoden); Geochronologie; Phasendiagramme; Geochemie; Kristallchemie; Hydrochemie.					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesungen; Übungen (Vertiefung von Vorlesungsinhalten; Rechenübungen).					
<b>Prüfungsformen</b>					
Prüfungsformen: schriftliche Prüfungen (a) 2-stündig; (b) 1-stündig					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten: bestandene Modulprüfung aus den Ergebnissen beider schriftlicher Prüfungen, Ergebnis der Prüfung (a) wird 5-fach gewertet, der Prüfung (b) 3-fach.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen).					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
4,4% der Gesamtnote.					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Rochus Schmid; Tobias Licha, Thomas Fockenber (Modulbeauftragter).					
<b>Sonstige Informationen</b>					
<b>Literatur:</b>					
Brown, LeMay & Bursten: Chemie; Die zentrale Wissenschaft; Pearson Studium.					
Mortimer & Müller: Chemie; Das Basiswissen der Chemie; Thieme.					
Otonello: Principles of geochemistry; Columbia University Press.					
Hölting & Coldewey: Hydrogeology, Springer.					

<b>Grundlagen der Geowissenschaften</b>					
<b>Modul-Nr. 4</b>	<b>Credits</b> 12 CP	<b>Workload</b> 360 h	<b>Semester</b> 1. + 2. Sem.	<b>Turnus</b> Jedes Semester, beginnend im WS	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Endogene Geologie (WS)			(a) 2 SWS	(a) 60 h	c) Limitierte Gruppengröße
b) Exogene Geologie (WS)			(b) 2 SWS	(b) 60 h	
c) Geländeübungen zur Endogenen und Exogenen Geologie (SS)			(c) 2 Tage	(c) 40 h	
d) Einführung in die wissenschaftliche Recherche und das wissenschaftliche Schreiben (WS)			(d) 2 SWS	(d) 60 h	
e) Sicherheit in Gelände und Labor (WS)			(e) 1 SWS	(e) 15 h	
f) Erste-Hilfe-Kurs (Nachweis)			(f) 1 SWS	(f) 8 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für die Teilnahme an den "Geländeübungen zu Endogenen und Exogenen Prozessen" ist zuvor ein Bestehen der Klausur zu den Vorlesungen "Endogene Geologie" und "Exogene Geologie" sowie die Teilnahme an der Veranstaltung "Sicherheit in Gelände und Labor" erforderlich. Voraussetzung zur Teilnahme an den Geländeübungen Endo- und Exogene Geologie ist der Nachweis eines Erste-Hilfe-Kurses im Prüfungsamt					
<b>Lernziele</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden in Grundzügen, wie die Erde und die Planeten unseres Sonnensystems entstanden sind.</li> <li>• kennen die Studierenden die häufigsten Mineralbestandteile der Gesteine.</li> <li>• sind die Studierenden mit Prozessen wie Plattentektonik und Gebirgsbildung, Vulkanismus und Magmatismus, Erdbeben sowie Strukturentwicklung bei Deformation in der Erdkruste, Prozesse an die Oberfläche der Erde und dessen Einfluss auf die klimatische Entwicklung der Erde vertraut.</li> <li>• verstehen die Studierenden wie der Planet Erde seine Geschichte und die Geschichte des Lebens aufzeichnet.</li> <li>• verstehen die Studierenden, warum sich die gegenwärtige Klimaerwärmung von allen anderen Warmphasen der Erdgeschichte unterscheidet.</li> <li>• können Studierende theoretisches Wissen in das Gelände übertragen.</li> <li>• wissen die Studierenden, wie man sich sicher im Gelände und im Labor verhält.</li> <li>• können Studierende mittels einfacher Beschreibungen und elementarer Ergebnisdiagramme einen Bericht verfassen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>(a) Endogene Geologie</b>					
Aufgaben der Geowissenschaften, Formation der Solarsystem und die Erde und Planeten, Schalenbau der Erde, Grundlagen der Plattentektonik, Information zum Erdinnern, Minerale und Gesteine, Druck und Temperatur als Zustandsvariabel, Phasenbeziehungen, Entstehung und Eigenschaften von Schmelzen und Magmen, Vulkanismus und Erdbeben, Metamorphose der Gesteine, Deformation der Gesteine, Strukturentwicklung bei spröder und duktiler Deformation, Geschwindigkeit geologischer Prozesse, Struktur der Kruste und Entschlüsselung ihrer geologischer Geschichte, Plattentektonik und Entwicklung der Kruste					
<b>(b) Exogene Geologie</b>					

Das Archiv unseres Planeten; die frühe Erde; System Erde (Interaktion von Sonnenstrahlung, Ozeanen und Atmosphäre); Klima (Gaia, Treibhauseffekt und Thermostat der Erde); Landschaft, Erosion und Massentransport; der Wasserkreislauf; Prozesse in Ozeanen; Wüsten, Wind, Staub; Eis und Gletscher; Klima und Mensch.

### **(c) Geländeübung zur Endogenen und Exogenen Geologie**

Übersicht prozesscharakterisierender Parameter: Zeit; Größenordnungen; Erosion, Transport und Ablagerung von Sedimenten und Erkennung der Ablagerungsmilieus (z.B. fluviatil, lakustrin). Hinweise von Meeresspiegelschwankungen. Profile als Spiegel der zeitlichen Entwicklung. Eis als Umweltfaktor und Landschaftsgestaltungselement. Sedimentationsraum Deutschland. Terrestrischer Vulkanismus und seine Produkte. Bedeutung mineralischer Rohstoffe im täglichen Leben sowie geotechnische und hydrogeologische Aspekte. Für die Teilnahme an den "Geländeübungen zu Endogenen und Exogenen Prozessen" ist zuvor ein Bestehen der Klausur zu den Vorlesungen "Endogene Geologie" und "Exogene Geologie" erforderlich.

### **(d) Einführung in die wissenschaftliche Recherche und das wissenschaftliche Schreiben**

Berichtsformen (Zweck und Zielsetzung von Berichten); Gliederung und Formales (vom Wort zum Satz zum Absatz zum Kapitel); Schreiben, dokumentieren und verweisen (Einführung in Word und Excel)

### **(e) Sicherheit in Gelände und Labor**

Persönliche Schutzausrüstung, Notrufnummern, Verhalten im Gelände, sicherheitsrelevante Ausstattung in Laboratorien. Für die Teilnahme an den "Geländeübungen zu Endogenen und Exogenen Prozessen" ist zuvor ein Bestehen der Klausur zu den Vorlesungen "Endogene Geologie" und "Exogene Geologie" sowie die Teilnahme an der Veranstaltung "Sicherheit in Gelände und Labor" erforderlich.

### **(f) Erste-Hilfe-Kurs**

Inhalte sind u.a. Eigenschutz und Absichern von Unfällen, Helfen bei Unfällen, Wundversorgung, lebensrettende Sofortmaßnahmen wie stabile Seitenlage und Wiederbelebung.

### **Lehrformen**

**(a) Endogene Geologie:** seminaristischer Unterricht mit Vorlesungsfolien und ergänzender Lesestoff elektronisch verfügbar im Moodle-Kurs.

**(b) Exogene Geologie:** Vorlesung

**(c) Geländeübung zur Endogenen und Exogenen Geologie:** Geländekurs mit Aufschlussansprachen inklusive Aufgreifen und Diskussion aller Beobachtungen, die etwas mit geologischen Prozessen zu tun haben. Hierzu werden Aufschlüsse des Oberkarbons entlang des Baldeneysees und ein Steinbruch des inzwischen weitgehend abgebauten Kunkskopf-Vulkans in der Eifel an zwei Tagen besucht. Die Studierenden erlernen anschließend, kurze Exkursionsberichte inklusive Zeichnungen der Aufschlüsse zu erstellen. *Es wird empfohlen, diese Geländeveranstaltung bereits im zweiten BSc-Semester zu besuchen, da hier die Grundlagen für Geländeveranstaltungen in höheren Semestern vermittelt werden.*

**(d) Einführung in die wissenschaftliche Recherche und das wissenschaftliche Schreiben:** Vorlesung, angeleitete Nutzung der Programme Word und Excel in einem mit Rechnerzugang ausgestatteten Unterrichtsraum, selbstständige Bearbeitung von wöchentlich gestellten Übungsaufgaben zu den in der Vorlesung besprochenen Aspekten des Berichtsverfassens

**(e) Sicherheit in Gelände und Labor:** Einmalige Vorlesung (je einmal Deutsch bzw. Englisch)

**(f) Erste-Hilfe-Kurs:** Ein Nachweis über einen Erste-Hilfe-Kurs, bei Einreichung nicht mehr als 2 Jahre zurückliegend, muss bis Ende des ersten Semesters beim Prüfungsamt eingereicht werden.

Der Nachweis ist Voraussetzung für die Teilnahme an den Modulen "Methoden der

Geländearbeit", "Geologie", der Veranstaltung "Geländeübung zu Endogenen und Exogenen Prozessen" sowie allen anderen Geländeübungen die (un-)regelmäßig angeboten werden.
<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche (evtl. elektronische) Modulabschlussklausur zu den Vorlesungen Endogene und Exogene Prozesse (3-stündig); unbenotete, schriftliche Berichte zu den Veranstaltungen Geländeübung und ein schriftlicher Bericht zur Einführung in die wissenschaftliche Recherche und das wissenschaftliche Schreiben. Teilnahme an der Veranstaltung "Sicherheit in Gelände und Labor".
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Die Kreditpunkte werden vergeben bei bestandener Klausur (mind. 50 %), zwei bestandenen Berichten, und der Teilnahme am Sicherheitskurs. Nachweis eines Erste-Hilfe-Kurses. Die Modulbewertung entspricht der Bewertung der Modulabschlussklausur.
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Zu der Veranstaltung „Endogene Prozesse“ wird eine separate Klausur für Nebenfachstudierende angeboten (3 CP).
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 6,7 % der Gesamtnote.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Harrington (Modulbeauftragte, Endogene Prozesse), Prof. Dr. Immenhauser (Exogene Prozesse) Dr. Schuth (Sicherheit in Gelände und Labor), Dr. Kirchenbaur (Einführung in die wissenschaftliche Recherche und das wissenschaftliche Schreiben), Dr. Hueck, Prof. Dr. Herwartz (Geländeübungen)
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Empfohlene Literatur</b> Lutgens, K. L., E. J. Tarbuck, D. Tasa (2015), <u>Essentials of Geology</u> , Pearson Smed & Ehlers (2002) Steine aus dem Norden. Gebr. Bornträger, Berlin, Stuttgart, 194 S., ISBN: 3-443-01046-6 Stackebrandt & Franke (Hrsg.) Geologie von Brandenburg. Schweizerbart, Stuttgart, 805 S., ISBN: 978-3-510-65295-2 Grotzinger, J. & Jordan, T (2016): Press/Siever - Allgemeine Geologie. Springer, Berlin, 769 S., ISBN: 978-3-662-48341-1.

<b>Baumaterial der Erde</b>					
<b>Modul-Nr. 5</b>	<b>Credits</b> 10 CP	<b>Workload</b> 300 h	<b>Semester</b> 2. +. 3. Sem.	<b>Turnus</b> Jedes Semester, beginnend im SS	<b>Dauer</b> 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Baumaterial der Erde (Vorl.) b) Minerale und Gesteine (Übung) c) Polarisationsmikroskopie I (Vorl. + Übung)			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS b) 2 SWS c) 4 SWS	<b>Selbststudium</b> a) 40 Std. b) 60 Std. c) 80 Std.	<b>Gruppengröße</b> a) Keine b) 30 c) 25
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> In allen drei Kursen dieses Moduls besteht Anwesenheitspflicht! <b>Inhaltlich:</b> Für Teilnahme in c) - Inhalte der Vorlesungen und Übungen von Teilen a) und b). Grundkenntnisse aus der Optik (Physik) <b>Vorbereitung:</b> Wiederholung der oben angesprochenen Lehrinhalte					
<b>Lernziele</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden die chemische Zusammensetzung der Erde und das geochemische Verhalten von Elementen</li> <li>• können die Studierenden Minerale und Gesteine ihrem chemischen und geologischen Kontext zuordnen</li> <li>• können Studierende Minerale und Gesteine selbständig bestimmen (im Handstück und unter dem Polarisationsmikroskop)</li> <li>• kennen Studierende den Aufbau des Polarisationsmikroskops, die Kristalloptik (theoretische Grundlagen zur Polarisationsmikroskopie) und sind zur Nutzung des Polarisationsmikroskops als Messinstrument (z.B. Längen- und Winkelmessung) in der Lage.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <b>(a) Baumaterial der Erde</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung – Definitionen: Was ist ein Mineral? Was ist ein Kristall? Was sind die verschiedenen Mineralgruppen?</li> <li>• Minerale und Kristallstruktur – Kristallgitter, der Einheitszelle und die räumliche Darstellung von Mineraloberflächen</li> <li>• Kristallchemie und chemische Bindungen - das Atommodell, und die chemische Bindung in Minerale</li> <li>• Kristallfeldtheorie, Paulingsche Regeln und Packung - In dieser Vorlesung werden wir über die Wechselwirkungen zwischen Kationen und Anionen in Kristallstrukturen sprechen, über die Regeln, die sie leiten, und darüber, wie man Ionen in Mineralen anordnen kann.</li> <li>• Mineralstabilität und die Phasen Regel –</li> <li>• Phasendiagramm und Silikate – In dieser Vorlesung lernen Sie die Formeln von Mineralien kennen, erfahren, wie man Phasendiagramme liest, und wir werden uns mit Silikaten beschäftigen.</li> <li>• Arten von Silikatmineralen (3 Vorlesungen)</li> <li>• Nichtsilikatminerale (1 Vorlesung)</li> <li>• Magmatische Gesteine und Prozesse der Magmenbildung</li> <li>• Sedimentäre Gesteine und Prozesse der Sedimentation</li> <li>• Metamorphe Gesteine und Prozesse der metamorphen Umwandlung</li> </ul> <b>(b) Minerale und Gesteine</b> <b>Einleitung:</b> Definition Minerale, Definition Gesteine, kurzer Überblick der Gesteinstypen I. <i>Diagnostische Kennzeichen der Minerale</i>					

Makroskopische Eigenschaften von Mineralen (Ableitung von Kennzeichen und Eigenschaften aus dem atomaren Aufbau; kristallin, amorph)

- Symmetrie (Kristallsysteme), Morphologie (Einzelkristalle, Kristallaggregate), Spaltbarkeit (Gütegrade, Anisotropie), Härte (Mohs, Anisotropie), Farbe (idiochromatisch, allochromatisch), Strichfarbe, Glanz (metallisch, gemeinglänzend), Dichte (Packungsdichte, Atomgewicht).

## II. Die wichtigsten gesteinsbildenden Minerale

Feldspäte (Alkalifeldspäte, Plagioklase) + „Verwitterungsprodukte“ (Kaolinit), Foide (Leucit, Nephelin), SiO<sub>2</sub> (incl. Chalcedon, Opal; Polymorphie, Para- und Pseudomorphosen), Olivin + „Verwitterungsprodukte“ (Serpentin), Pyroxene (Bronzit, Augit, Omphacit), Amphibole (Tremolit, Aktinolith, Glaukophan, Hornblende), Phyllosilikate (Chlorit, Biotit, Muskovit, Talk), Granatgruppe (Almandin, Pyrop), Staurolith, Aluminiumsilikate (Disthen, Sillimanit, Andalusit), Epidot, Wollastonit, Turmalin, Nichtsilikate (Calcit, Dolomit, Hämatit, Magnetit, Limonit, Pyrit)

(Vermittlung der jeweils charakteristischen Eigenschaften und Vorkommen; und einfachsten Angaben zu Chemismus und Struktur)

## III. Hauptgesteinstypen

*Magmatite* (qualitativer und quantitativer Mineralbestand, Gefüge - Struktur, Textur, Klassifizierung - Streckeisendiagramm); Besprechung der 20 Einzelproben von Magmatiten.

*Sedimentgesteine* (qualitativer und quantitativer Mineralbestand, Gefüge - Struktur, Textur, Klassifizierung - Klastische, chemische und pyroklastische Sedimente); Besprechung der 20 Einzelproben von Sedimentgesteinen.

*Metamorphite* (qualitativer und quantitativer Mineralbestand, Gefüge - Struktur, Textur, Allgemeine und spezielle Nomenklatur, ausgewählte Edukte und ihre metamorphen Produkte); Besprechung der 20 Einzelproben von Metamorphiten.

## (c) Polarisationsmikroskopie

**Vorlesung:** Funktionsweise und Aufbau eines Mikroskops, Polarisiertes Licht, Brechungsindex, Chagrin und Relief, Interferenz, Indikatrix optisch ein- und zweiachsiger Kristalle, Doppelbrechung, Konoskopie, Interferenzbilder

**Übungen:** Inbetriebnahme des Polarisationsmikroskops, Winkel- und Längenmessung mittels des Mikroskops, Abschätzung des Brechungsindex mittels Chagrin und Relief, Bestimmung der Doppelbrechung mittels Interferenzfarben, Konoskopische Betrachtung von Mineralen und Bestimmung des optischen Charakters (optisch isotrop, einachsig pos./neg., zweiachsig pos./neg.), allgemeine Beobachtungen unter linear polarisiertem Licht (Eigenfarbe, Pleochroismus, Spaltbarkeiten, Kristallmorphologie, Gefüge), Bestimmungsgang am Mikroskop, Vorstellung der optischen Eigenschaften der wesentlichen gesteinsbildenden Minerale

## Lehrformen

Vorlesungen und Übungen

## Prüfungsformen

Klausuren zu a), b) und c).  
Freiwillige Teilnahme an Quizzes (über die App Kahoot), und an einer Zwischenprüfung zur Vorlesung.

## Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

## Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Stellenwert der Note für die Endnote 5,5% der Gesamtnote

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende** Raúl Fonseca, Maria Kirchenbaur, Ralf Dohmen

## Sonstige Informationen

## Literatur

Gesteine: Systematik, Bestimmung, Entstehung. W. Maresch, H.-P. Schertl u. O. Medenbach. Schweizerbart Verlag (4. Auflage, 2024)

Minerale und Gesteine – Mineralogie, Petrologie, Geochemie. G. Markl, Springer Spektrum (3. Auflage 2015)

Earth: Evolution of a Habitable World. J.I. Lunine (2nd Ed., 2013) Cambridge University Press.

Earth: Portrait of a planet. S. Marshak (6th Ed., 2018) W.W. Norton & Company.

An Introduction to our Dynamic Planet. Ed. By N. Rogers. (2008) Cambridge University Press.

Leitfaden der Dünnschliffmikroskopie, Raith, Raase, Reinhardt (2011), ISBN 978-3-00-036420-4 (PDF) umsonst erhältlich unter:

Leitfaden zur Dünnschliffmikroskopie - Mineralogical Society of America

[www.minsocam.org/msa/.../Thin\\_Sctn\\_Mcrscopy\\_2\\_rdc\\_d\\_grm.pdf](http://www.minsocam.org/msa/.../Thin_Sctn_Mcrscopy_2_rdc_d_grm.pdf)

Skript zur Kristalloptik II – Mineralmikroskopie, Stosch (2009), PDF umsonst erhältlich:

[https://www.agw.kit.edu/downloads/Studiengang/Kristalloptik - Mineralmikroskopie \(Stosch, 21MB\).pdf](https://www.agw.kit.edu/downloads/Studiengang/Kristalloptik_-_Mineralmikroskopie_(Stosch,_21MB).pdf)

Gesteinsbildende Minerale im Dünnschliff, Pichler & Schmitt-Riegraf (1993), Ferdinand Enke

Verlag, ISBN 3827412757 Optical Crystallography, Bloss (1999), Min. Soc. Amer., ISBN 0-939950-49-9

<b>Historische Geologie</b>					
<b>Modul-Nr. 6</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	5 CP	150 h	2. + 3. Sem.	Jährlich	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Erdgeschichte			a) 1 SWS	a) 30 h	30 in (c)
b) Paläontologie Vorlesung			b) 1 SWS	b) 30 h	
c) Paläontologie Übungen			c) 2 SWS	c) 30 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für Studierende im Bachelor-Programmen.					
<b>Lernziele</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Studierenden die wichtigsten Fossilgruppen erkennen und in das natürliche System der Organismen einordnen</li> <li>• können die Studierenden einen Ablagerungsraum anhand der enthaltenen Fossilien hinsichtlich des Alters, des aquatischen Milieus (marin, limnisch), der Wassertiefe und Wasserenergie charakterisieren</li> <li>• können die Studierenden die vielfältigen Wechselwirkungen der Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre mit der Biosphäre nachvollziehen</li> <li>• kennen die Studierenden Theorien zur Entstehung des Lebens und zur Evolution und Verbreitung der Organismen</li> <li>• sind die Studierenden mit den wesentlichen taphonomischen Prozessen, die zur Fossilentstehung führen, vertraut und kennen wichtige Fossil-Lagerstätten</li> <li>• sind die Studierenden mit der stratigraphischen Tabelle und den wichtigsten stratigraphischen Methoden vertraut und können erdgeschichtliche Großereignisse z.B. Massenaussterbe-Ereignisse, einordnen</li> </ul>					
<b>Inhalt (Content)</b>					
<b>a) Erdgeschichte</b>					
<p>Basierend auf der stratigraphischen Tabelle wird die Entwicklung der Erde vorgestellt. Die stratigraphische Tabelle sowie die zwei wichtigsten stratigraphischen Methoden (Bio- &amp; Lithostratigraphie) werden erläutert. Hadaikum/Archaikum/Proterozoikum werden zusammen betrachtet (Mondbildung, Krustenbildung/Ozeanentstehung, Atmosphärenentstehung, Evolution der Minerale, Hinweise auf erste Lebewesen-Theorien zur Lebensentstehung/LUCA-LECA). Ab der Periode Ediacarium werden alle folgenden Perioden bis zur Kreide-Paläogen-Grenze vereinheitlicht behandelt: Lithosphären-Entwicklung (Kontinent-Kontinent-Konstellation, Ozeane), Hydrosphäre (Meeresspiegelschwankungen), Atmosphäre (Sauerstoff- &amp; Kohlendioxidgehalte), Biosphäre (Entwicklung der Organismen). Jeweilige Besonderheiten (Massenaussterbe-Ereignisse, LIP's, Superkontinente-Orogenesen, Hothouse / Icehouse-Phasen, Radiationen) werden hervorgehoben. Das Känozoikum wird nicht behandelt.</p>					
<b>b) Paläontologie Vorlesung</b>					
<p>Es wird ein historischer Abriss der Paläontologie und über ihre Bedeutung für Nachbarwissenschaften (Geologie, Biologie, Biogeochemie, Geochronologie, Paläoklimatologie) gegeben. Prozesse der Fossilisation/Fossilarten, natürlicher Stoffkreislauf, Biostratonomie, (Weich- &amp; Hartteile), Transportprozesse und Fossildiagenese (Substanzerhaltung, Korrosion, Steinkern, iso- &amp; allochemischer Stoffumsatz, Imprägnation, Inkrustation, Konkretion, Deformation) werden erläutert. Möglichkeiten der Rekonstruktion der Paläophysiologie (Ernährung, Atmung, Fortpflanzung, Taxiologie, Fortbewegung) werden vorgestellt; Neoökologie-Paläoökologie mit Aut- &amp; Synökologie (Aktualismus, Funktionsmorphologie), Art &amp; Artbildung (Bio-, Morpho-, Chrono-, Phylospesies; sympatrische-allopatrische Artbildung), Systematik und Evolution mit den Konzepten zur Taxonomie, Systematik, Apo- &amp;</p>					

Plesiomorphie, Mono-, Para-, Polyphylum, Homologie und Konvergenz werden vorgestellt, Paläobiogeographie beschäftigt sich mit der Verbreitung der Organismen und möglichen Gründen, für verschiedene Fossil-Lagerstätten (Konzentrat-Konservat) werden die Genese Modelle vorgestellt (Ediacara-L., Doushantuo-L., Chengjiang-L., Burgess-Shale-L., Orsten-Typ-L., wichtige Lagerstätten Deutschlands: Holzmaden, Solnhofen, Messel). Es wird erläutert, was Massenaussterbe-Ereignisse sind und deren Ursachen vorgestellt (Big Five, Disaster-Taxa, Lazarus-T., Elvis-T., Holdover-T., Dead Clade Walking, Signor-Lipps Effekt). Spurenfossilien als wichtige Fossilgruppe werden vorgestellt und Unterscheidungskriterien zu Marken geben (Neo- & Paläoichnologie, toponomische & ethologische Gliederung, Ichnofabric, Ichnofazies)

### c) Paläontologie Übung

Es werden die wichtigsten Fossilgruppen hinsichtlich ihrer Fossilisation, Morphologie, Schalenmaterial, Ontogenie, Lebensweise und Lebensraum sowie ihre zeitliche Verbreitung und Stellung im System der Organismen vorgestellt. Folgende Gruppen werden vorgestellt: Cyanobakterien, Acritarchen, Dinoflagellaten, Diatomeen, Coccolithophoriden, Radiolarien, Foraminiferen, Archaeocyathida, Porifera, Cnidaria, Mollusca (Bivalven, Gastropoden, Cephalopoden), Brachiopoden, Bryozoen, Anneliden, Arthropoden (Trilobiten, Ostracoden, Hexapoden), Echinodermen (Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Ophiuroidea), Hemichordata (Graptolithen) und basale Chordata. Pflanzen, Pilze und Wirbeltiere werden nicht im Detail betrachtet.

#### Lehrformen

Vorlesung, Übungen

#### Prüfungsformen

Schriftliche Klausur

#### Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Bestandene Modulabschlussklausur (50%)

#### Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Entfällt

#### Stellenwert der Note für die Endnote

2,8% der Gesamtnote.

#### Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

Dr. René Hoffmann

#### Sonstige Informationen

##### Literatur

- Amler M 2012 Allgemeine Paläontologie. Geowissen Kompakt.
- Benton MJ & Harper DAT 2020 Introduction to Paleobiology and the Fossil Record. Wiley Blackwell.
- Elicki O & Breitzkreuz C 2016 Die Entwicklung des Systems Erde. Springer Verlag.
- Lehmann U 2014 Paläontologisches Wörterbuch. Springer Verlag.
- Mutterlose J 2018 Einführung in die Paläobiologie Teil 1 – Allgemeine Paläontologie. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung.
- Oschmann W 2018 Leben der Vorzeit – Grundlagen der Allgemeinen und Speziellen Paläontologie. UTB.
- Oschmann W 2018 Evolution der Erde. UTB.
- Stanley SM 2014 Earth System History. Freeman & Co. Ltd.
- Ziegler B 2008 Paläontologie – Vom Leben in der Vorzeit. Schweizerbart´ sche Verlagsbuchhandlung.

<b>Rohstoffe und Regionale Geologie</b>					
<b>Modul-Nr. 7</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	5 CP	150 h	4. Sem.	Jährlich	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Rohstoffe und Regionale Geologie			a) 2 SWS	a) 50 h	Max. 20
b) Geländeübungen (Geländeübung Harz)			b) 2 Tage	b) 55 h	Studierende in (b)
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für Studierende im Bachelor-Programm.					
<b>Lernziele</b>					
Nach Abschluss dieses Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden die grundlegenden Modelle zur Entstehung unterschiedlicher Lagerstättentypen und deren erdgeschichtliche Altersstellung und plattentektonischen Rahmen.</li> <li>• kennen sie die regionale Verbreitung und Verwendung mineralischer Rohstoffe unter Berücksichtigung der geologischen Entwicklung Mitteleuropas.</li> <li>• lernen die Studierenden, unterschiedliche Lagerstättentypen auf Basis von Gesteinsproben anhand des Mineralbestandes und der Texturen zu klassifizieren.</li> </ul>					
Die theoretisch vermittelten Kenntnisse werden am Beispiel des Westharzes im Gelände vertieft.					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) Rohstoffe und Regionale Geologie</b>					
Einführung in die Grundlagen der Lagerstättenlehre und Erläuterung unterschiedlicher genetischer Modelle und Klassifikationen mineralischer Rohstoffe. Die Entstehung, erdgeschichtlicher Alterstellung und der plattentektonischen Rahmen ausgewählte Lagerstätten metallischer und nicht-metallischer Rohstoffe werden erläutert. Die wichtigsten Erzminerale und Gefüge sowie die Verwendung metallischer und nicht-metallischer Rohstoffe werden vorgestellt. Die regionale Verbreitung, wirtschaftliche Bedeutung und Produktion von Rohstoffen in Deutschland wird auf Basis der geologischen Entwicklung Mitteleuropas zu unterschiedlichen Erdzeitaltern erläutert.					
<b>b) Geländeübungen</b>					
Erläuterung der geologischen Entwicklung des Harzes vom Devon bis zum Perm. Es werden die wichtigsten Gesteinstypen und geologischen Ereignisse vorgestellt: Ablagerungsräume devonischer bis karbonischer Sedimente und vulkanischer Gesteine, die variszische Gebirgsbildung, Intrusion des Brockengranits sowie basischer und ultrabasischer Gesteine, Transgression des Zechstein Meeres. Zu den unterschiedlichen Gesteinen/geologischen Ereignisse werden unterschiedliche Aufschlüsse besucht und die wichtigsten Informationen zu deren Entstehung vermittelt.					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Übungen					
<b>Prüfungsformen</b>					
Schriftliche Modulabschlussklausur; unbenoteter schriftlicher Bericht zu den Geländeübungen					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Die Kreditpunkte werden vergeben bei bestandener Modulabschlussklausur und einer erfolgreichen Teilnahme an den Geländeübungen. Eine erfolgreiche Teilnahme an den Geländeübungen liegt vor, wenn die Studierenden im Gelände aktiv mitarbeiten und der schriftliche Bericht vor Fristende bei der Modulbeauftragten in der gewünschten Form (Papier, digital, etc.) abgegeben und bestanden ist.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

2,8% der Gesamtnote.

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende**

Prof. Dr. Annika Dziggel

**Sonstige Informationen:** Die Veranstaltung findet zusammen mit der Geländeübung "Tektonik" (Modul "Methoden der Geländearbeit", siehe unten) statt!

**Literatur**

W. und WE. Petrascheck's Lagerstättenlehre - Mineralische und Energie-Rohstoffe. Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten. Pohl, W. 2005. Introduction to ore forming processes. Robb, L.J. 2005. Einführung in die Geologie Deutschlands. Springer Spektrum (7te Auflage). Henningsen, D. und Katzung, G. 2006. Geologie von Mitteleuropa. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Walter, R. 2007. Geologie und Minerallagerstätten des Harzes. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Mohr, K. 1978.

<b>Methoden der Geländearbeit</b>					
<b>Modul-Nr. 8</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	15 CP	450 h	2. + 4. Sem.	nur SS	3 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Geologische Karten und Profile			a) 4 SWS	a) 125 h	40 Studierende
b) Geländeübungen Methoden			b) 10 Tage	b) 50 h	20 Studierende
c) Kartierkurs 1			c) 6 Tage	c) 50 h	20 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
„Kartierkurs 1“ für Studierende mit Zulassung für das 3. Semester					
Erfolgreicher Abschluss von „Geologische Karten und Profile“ vor Teilnahme am „Kartierkurs 1“					
Nachweis eines Erste-Hilfe-Kurses im Prüfungsamt					
<b>Lernziele</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Studierenden sich im Gelände orientieren und im Sinne der Arbeitssicherheit angemessen verhalten.</li> <li>• haben die Studierenden an Kartenbeispielen aus mehreren Ländern gelernt, sich die auf einer geologischen Karte zweidimensional dargestellte Situation auch in der dritten Dimension zu veranschaulichen, z. B. durch Profilschnitte, und die zugrundeliegende zeitliche Entwicklung abzuleiten.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, ausgehend von punktuellen Beobachtungen im Gelände die flächenhafte Verbreitung von Gesteinen zu erfassen, strukturelle Zusammenhänge herauszuarbeiten und dadurch selber konsistente geologische Karten zu erstellen.</li> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Arten digital verfügbarer Geodaten, deren Quellen, Aussagekraft und Bearbeitungs- sowie Anwendungsmöglichkeiten.</li> <li>• können Studierende für die verbreitetsten Arbeitsrichtungen wesentliche Befunde im Gelände erkennen und dokumentieren sowie für weiterführende Untersuchungen und Bewertungen wichtige Parameter erfassen und in Tabellen, Diagrammen und Berichten gemäß nationaler und internationaler Gepflogenheiten präsentieren.</li> <li>• kennen Studierende standardmäßig eingesetzte Geräte, Arbeitsabläufe, die möglichen Genauigkeiten, Fehlerquellen und deren Auswirkungen, den für eine gewünschte Qualität erforderlichen Arbeitsaufwand</li> <li>• können Studierende einfache Aufgabenstellungen selbstständig bearbeiten und sind in der Lage, Dokumentationen anderer Personen zu verstehen und kritisch zu hinterfragen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdungsbeurteilung / Verhaltensanleitung (Unterweisung) für Geländearbeiten.</li> <li>• Projektionsmöglichkeiten der Erdoberfläche in eine (Karten-)Ebene; (inter-)national gebräuchliche Koordinatensysteme, einschließlich Lokalisierung von Punkten und Orientierung; Darstellung von Objekten und Höhen; Konstruktion nicht überhöhter und überhöhter morphologischer Profile.</li> <li>• Bestimmung und Beschreibung der Lagerung planarer und linearer geologischer Elemente; Darstellung planarer geologischer Elemente durch Streichlinien; Konstruktion von Ausstrichlinien auf der Basis von Relief- und Lagerungsdaten.</li> <li>• Ausprägung unterschiedlicher geologischer Situationen in geologischen Karten: söhliche Lagerung, einheitlich geneigte Lagerung (Schichtstufenland), Bruchschollenbau (Störungstypen, Bestimmung von Versatzbeträgen), Faltenbau (Typen, Achsen, Achsenfläche, Vergenz, Abtauchen), Diskordanzen.</li> <li>• Positionsbestimmung im Gelände; an Struktur angepasste Kartierstrategien; systematisches Vorgehen bei Kartierung im Gelände.</li> <li>• makroskopische Gesteinsansprache an skandinavischen Geschieben in einer Kiesgrube.</li> </ul>					

- Aufnahme stratigraphischer Profile in klastischen und karbonatischen Sedimentgesteinen.
- Erkennung und Bestimmung der Lagerung von Schichten und Störungen im Gelände; Darstellung von Lagerungsdaten in der Lagenkugelprojektion; Darstellung der Befunde in einer Karte mit Streichlinien und Konstruktion von Faltenparametern; Vergleich der Darstellungen in Karte und Lagenkugel; Aufschlussaufnahme; zeichnerische Darstellung in 2D und 3D; Kluftmessungen, Auswertung, Darstellung als Kluftrosen und Verteilungsdiagramme in der Lagenkugel; Vergleich der Darstellungen, ihrer Aussagekraft und Einsatzbeschränkungen; Schieferung(en) und ihre Position in normalen und überkippten Falten; Knickzonen.
- Erkennung repräsentativer Fossilgruppen im Gelände; Interpretation nach Alter und Lebensraum.
- Messung von Grundwasserständen und Bestimmung einfacher hydrochemischer Parameter im Gelände; Konstruktion eines Grundwassergleichenplans.
- Erfassung und Darstellung geotechnischer Parameter durch Messungen an Fels und in Rammkernsondierungen.

**Lehrformen**

Mündliche Einführung, praktische Übungen

**Prüfungsformen**

Schriftliche Berichte (einschließlich zahlreicher Abbildungen) über die bei Kartierung und Geländeübungen erarbeiteten Ergebnisse, Klausur zu „Geologische Karten und Profile“.

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

aktive Teilnahme mit Durchführung von praktischen Übungen und Lösung von Konstruktionsaufgaben, eigenständige Kartierung, bestandene Berichte und Klausur

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

**Stellenwert der Note für die Endnote**

8,3 % der Gesamtnote.

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende**

Prof. Dr. C. Pascal (Modulbeauftragter, Geländeübungen), Prof. Dr. T. Backers (Geländeübungen, Kartierkurs), Prof. Dr. A. Dziggel (Kartierkurs), Prof. Dr. S. Chakraborty (Geländeübungen), Dr. T. Heinze (Geländeübungen), Dr. M. Müller (Geländeübungen), Dr. S. Schuth (Geologische Karten & Profile, Geländeübungen)

**Sonstige Informationen**

Die Geländeübungen zu den „Methoden: Tektonik“ finden zusammen mit der Geländeübung zu „Rohstoffe und Regionale Geologie“ im Harz statt.

**Literatur**

D. Powell – Interpretation geologischer Strukturen durch Karten; C.-D. Reuther – Grundlagen der Tektonik

<b>Physik und Chemie Praktikum</b>					
<b>Modul-Nr. 9</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	3. + 4. Sem.	Jedes Semester, beginnend im WS	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Praktikum Physik			a) 3 SWS	a) 75 h	
b) Praktikum Chemie			b) 3 SWS	b) 75 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Bestandenes Modul in Physik, bestandene schriftliche Prüfung zur Vorlesung „Allgemeine Chemie für Biologen, Geowissenschaftler und Physiker“					
<b>Lernziele</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen die Studierenden über einen praktischen Bezug zum in den Vorlesungen erarbeiteten Wissen in den Fächern Physik und Chemie.</li> <li>• erlernen sie grundlegende handwerkliche Fertigkeiten für das Experimentieren an Laborgeräten und den Umgang mit unbedenklichen Stoffen bzw. Gefahrstoffen mit geringen Handhabungsanforderungen</li> <li>• erhalten Kenntnisse über das sichere und sachgerechte Arbeiten in Laboratorien.</li> </ul>					
Zu den Zielen gehört auch die Vermittlung von Fähigkeiten, Protokolle über die Labortätigkeiten zu verfassen und die erzielten Daten zu dokumentieren sowie angemessen darzustellen (Laborjournal).					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) Physik</b>					
12 ausgewählte klassische Experimente aus dem Bereich der Experimentalphysik und Elektrizitätslehre					
<b>b) Chemie</b>					
„Laborführerschein“ mit Online- und Präsenzveranstaltungen (Verhalten im Labor, Umgang mit Gefahrstoffen, Verhalten im Notfall, Brandschutzvorlesung, Löschübung); 6 Versuchstage (Sachgerechter Umgang mit Stoffen, Wägen, Volumenmessung Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Fällungsreaktionen, Dokumentation der Versuche und Auswertung Qualitative Analyse					
<b>Lehrformen</b>					
Praktische Übungen mit mündlicher Überprüfung von Kenntnissen zu den Versuchen					
<b>Prüfungsformen</b>					
Keine Prüfung					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Durchführung der praktischen Versuche mit bestandenen Berichten					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
4,4% der Gesamtnote.					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Thomas Fockenbergl (Modulbeauftragter), Dozenten der Physik und Chemie.					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Methoden Labor</b>					
<b>Modul-Nr. 10</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	11 CP	330 h	3 + 5. Sem.	Jedes WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Statistik und Fehlerrechnung			a) 2 SWS	a) 60 h	a) nach Bedarf
b) Geowissenschaftliches Praktikum			b) 4 SWS	b) 180 h	b) 3-5 Studierende-
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> alle Module Physik, Chemie, Grundlagen der Geowissenschaften und Baumaterial der Erde müssen für die Teilnahme an b) abgeschlossen und bestanden sein.					
<b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse in Mathematik und Physik auf dem Niveau der Module Mathematik und Physik					
<b>Vorbereitung:</b> -					
<b>Lernziele</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen Studierende, was eine physikalische Messung ist und können die Qualität einer Messung mit Hilfe von statistischen Verfahren sowie Verfahren zur Fehlerfortpflanzung quantifizieren,</li> <li>• verstehen Studierende, wie sich Messunsicherheiten auf physikalische Messungen auswirken und kennen den Zusammenhang von statistischen Verteilungen, Wahrscheinlichkeiten und Messergebnissen,</li> <li>• können Studierende statistische Verfahren in Zusammenhang mit Messungen anwenden und geeignete Funktionen bzw. Kurven an Messwerte anpassen,</li> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Labormethoden in den Geowissenschaften, können einfache Versuche selbständig durchführen, auswerten sowie protokollieren und sind in der Lage die Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Labormethoden aufzuzeigen,</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die wichtigsten Computerprogramme zur Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Versuchen im Labor anzuwenden.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Methoden zur Beschreibung von Messwerten.</li> <li>• Grundlagen der Fehlerrechnung / Fehlerfortpflanzung.</li> <li>• Ermittlung und Darstellung von Messwerten und Messunsicherheiten.</li> <li>• Anpassung von Funktionen / Kurven an Messwerte (mathematische Grundlagen und praktische computergestützte Durchführung).</li> <li>• Grundlagen von allgemeinen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und insbesondere der Normalverteilung.</li> <li>• 8 Laborversuche und -methoden aus einem Pool von 12 Versuchen aus allen Bereichen der Geowissenschaften.</li> <li>• Protokollierung und quantitativer Auswertung der durchgeführten Versuche mit Unterstützung durch geeignete Standardsoftware.</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b>					
a) Vorlesung mit begleitenden Übungsaufgaben (Hausaufgaben)					
b) Praktische Übungen im Labor in Kleingruppen (3 Studierende) mit selbständiger Vorbereitung und schriftlichen Bericht					
<b>Prüfungsformen</b>					
a) Klausur unbenotet					
b) schriftlicher Bericht zu jedem Versuch, max. 15 Seiten, Bearbeitungszeit 2 Wochen					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Bestehen der Klausur (mind. 50 Prozentpunkte) sowie bestandene Berichte zu den Versuchen					

<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) <i>entfällt</i>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 6,1% der Gesamtnote.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende:</b> K. Fischer
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur:</b> John R. Taylor, <i>An Introduction to Error Analysis</i> , 1997, ISBN 978-0-935702-75-0 Ifan G. Hughes & Thomas P. A. Hase, <i>Measurements and their Uncertainties</i> , 2010, ISBN 978-0-19-956633-4

<b>GIS &amp; Präsentationen</b>					
<b>Modul-Nr. 11</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	8 CP	240 h	5. + 6. Sem.	Jedes Semester, beginnend im WS	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) GIS (WS) b) Posteranfertigung (WS) c) Vortrag zur B.Sc.-Arbeit (WS/SS)			a) 2 SWS b) individuell, Wöchentliche Q&As 2 SWS c) individuell, Wöchentliche Q&As Präsentation 2 SWS	a) 50 h b) 60 h c) 70 h	nach Bedarf
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Teilnahme am Vortragsseminar erfordert die Anmeldung zur Bachelor-Arbeit. Außerdem muss die Bachelor-Arbeit bereits bearbeitet worden sein, so dass die Studierenden eigene Ergebnisse vorweisen können.					
<b>Inhaltlich:</b> Keine					
<b>Vorbereitung:</b> -					
<b>Lernziele</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende Präsentationsformen und können die heute gängigen Instrumente dafür bedienen und einsetzen.</li> <li>• haben die Studierenden den Gliederungsansatz wissenschaftlicher Arbeiten durch Erstellung von Poster und Vortrag verinnerlicht und selber praktisch umgesetzt.</li> <li>• haben die Studierenden durch die Einführung und das praktische Arbeiten mit einem GIS-Programm gelernt, im Gelände selber generierte (GPS-)Daten mit modernen Methoden weiter zu verarbeiten sowie vorhandene analoge und digitale Informationsquellen in ihre Arbeit einzubinden.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) GIS</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in ArcGIS: Konzept ArcCatalog - ArcMap - ArcTools</li> <li>• ArcGIS Kartengrundlagen (Vector/Raster, coverages, shapefiles, geodatabase, tiffs, jpgs)</li> <li>• ArcCatalog (Verwalten von Geodaten, Metadaten erzeugen und aktualisieren)</li> <li>• ArcMap Grundlagen (ArcMap basics)</li> <li>• Datenerfassung (Editing Data), Georeferenzieren, Grundlagen des Editierprozesses, Onscreen digitizing, Topological features</li> <li>• Bildschirmdarstellung (Displaying data)</li> <li>• Vektorflächenkarten und Rasterkarten, Thematische Karten und Diagramme</li> <li>• Datenabfrage (Querying data)</li> <li>• Arithmetische und logische Operationen, räumliche Operationen</li> <li>• Kartenausgabe (Symbole, Texte, Schraffuren, Platzierung, Duplizierung, Rotation, Rahmen, Legende, Styles)</li> <li>• Praktische Anwendungen: Thematische Karten, Planungskarten</li> </ul>					
<b>b) Posteranfertigung</b>					
Erstellen und Präsentieren eines Posters zu gegebenem Thema unter Einhaltung formaler Vorgaben, kollektive Postersession (halber Tag)					

<b>c) Vortrag zur B.Sc.-Arbeit</b> Erstellen und Präsentieren eines Vortrags zum Thema der Bachelor-Arbeit (Vorträge werden in einem wöchentlich stattfindenden Seminar gehalten und offen diskutiert)
<b>Lehrformen</b> Vorlesungen; Infoveranstaltungen, beratende und betreuende Einzelgespräche: Präsentationstermine
<b>Prüfungsformen</b> Bewertung der Poster durch drei Dozenten (2 CP), Vortragsbewertung durch drei Dozenten (2 CP), Bericht über selbständige Erstellung eines GIS zu vorgegebenem Thema, der durch Dozenten und Mitstudierende bewertet wird (4 CP)
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandenes Poster, bestandener Vortrag
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 4,4% der Gesamtnote.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dozent aus der Geographie (wechselt); Raúl Fonseca (Modulbeauftragter – Posterpräsentation & B.Sc.-Vortrag), Jörg Renner (GIS)
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur:</b>

<b>Geologie (Wahlpflicht)</b>					
<b>Modul-Nr. 12</b>	<b>Credits</b> 15 CP	<b>Workload</b> 450 h	<b>Semester</b> 3. Sem.	<b>Turnus</b> Jedes Semester, beginnend im WS	<b>Dauer</b> 1 Semester plus Geländeübung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Sedimentologie b) Quartärgeologie c) Geländeübung Quartärgeologie und geogene Risiken d) Geländeübung			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS b) 2 SWS c) 3 Tage d) 10 Tage	<b>Selbststudium</b> a) 30 h b) 60 h c) 50 h d) 105 h	<b>Gruppengröße</b> Maximal 40 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Für Studierende im Bachelor-Programm Geowissenschaften Voraussetzung zur Teilnahme an den Geländeübungen ist ein Nachweis über einen Erste-Hilfe-Kurs im Prüfungsamt					
<b>Lernziele</b> Studierende wurden nach Beendigung des Moduls in die Grundlagen der Geologie eingeführt. Die Vorlesungen und die Geländeübungen ergänzen sich. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und erkennen die Studierenden die wichtigsten Ablagerungsräume und deren Sedimente und Sedimentgesteine</li> <li>• verstehen die Studierenden, wie aus Lockersedimenten Sedimentgesteine werden</li> <li>• kennen die Studierenden die grundlegenden Eigenschaften der Sedimente und Sedimentgesteine</li> <li>• verstehen die Studierenden die sich aus den spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Sedimente und Sedimentgesteine ergebenden geogenen Gefahren</li> <li>• verstehen Studierende die grundlegende Bedeutung von Sedimenten für unsere Zivilisation</li> <li>• verstehen Studierenden die Nutzung geologischen Wissens zur Lösung praktischer Probleme</li> <li>• Durch rege Diskussion haben die Studierenden die Fähigkeiten verbessert, Inhalte zu strukturieren, zu analysieren und Ergebnisse / Vorschläge für Reaktionen etc. situationsangepasst zu kommunizieren.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <p><b>a)</b> In der Veranstaltung <b>Sedimentologie</b> umfasst dieses Modul ein grundlegendes Verständnis der Lockersedimente und Sedimentgesteine und deren Ablagerungsräume auf den Kontinenten und in den Ozeanen. Die Veranstaltung besteht aus einer Vorlesung und einem Gesteinspraktikum sowie einem Geländekurs. Die Studierenden begreifen, dass Sedimente wichtige Rohstoffe sind, als Baumaterial oder Bauuntergrund dienen, als Speicher für Wasser, Öl, Gas, Kohle und Erze dienen, und dass wir unsere Nahrung auf Böden anbauen. Die Studierenden kennen die wichtigen Sedimentgesteine und können diese im Handstück und Gelände ansprechen und in einem dreidimensionalen Kontext interpretieren. Die Studierenden verstehen, dass jeder Ablagerungsraum des Planeten Erde sehr spezifische Sedimente hervorbringt und wie diese, im fossilen Zustand Aussagen über vergangene Ablagerungsräume und deren Veränderung durch die Erdgeschichte machen können. Themen sind: Grundtypen der Sedimente; Sedimentstrukturen; Diagenese; Grundlagen der Stratigraphie; Gebirge und Hügellandschaften; Flüsse und Seen; Vulkanische Sedimente; Küsten und Schelfsedimente; Offen marine Sedimente; Organogene Sedimente.</p> <p><b>b)</b> In der Veranstaltung <b>Quartärgeologie und geogene Risiken</b> werden die speziellen Bedingungen, Prozesse und Ablagerungsräume des Pleistozäns und Holozäns besprochen. Die Sedimente des Quartärs sind vielfach nicht oder wenig verfestigt und haben dadurch besondere Eigenschaften, welche auch die zivilisatorische Nutzung beeinflussen. Ausgehend von einer</p>					

Analyse des Klimas und der dadurch gegebenen Bedingungen werden die Liefergebiete, die Ablagerungsräume, die maßgeblichen Sedimente, deren Eigenschaften nebst deren Veränderlichkeit und die sich ausbildende Morphologie vermittelt.

**c)** In der dazugehörigen **Geländeübung** werden die Strukturen veranschaulicht.

**d)** Im Zuge der **Geländeübung** erlernen Studierende ein dreidimensionales Verständnis von Gesteinseinheiten und deren Deformation im Gelände. Sie erstellen, in Form einer Gruppenarbeit eine Kartierung, einen Profilschnitt und einen Bericht zur Kartierung. Nach dem Kurs sind die Studierenden für die Erkennung der Spuren bzw. die Wahrnehmung aktuell ablaufender geologischer Prozesse im Gelände sensibilisiert. Durch die Diskussion jeder einzelnen Beobachtung haben die Studierenden die Inhalte der Vorlesungen wiederholt und teilweise vertieft. Sie haben ferner geübt, auf der Basis ihrer Beobachtungen die Rahmenbedingungen der Prozesse abzuschätzen und den Grad der jeweiligen Beeinflussung zu bewerten; nicht nur für abgeschlossene, sondern auch für laufende Prozesse. Themen sind: Gesteinsansprache im Gelände; Erfassen von Gesteinskörpern in 3 Dimensionen; Übersicht prozesscharakterisierender Parameter allgemeiner Geologie im Gelände; Aufnahme von Skizzen; Anfertigen geologischer Karten; Abfassen eines Berichtes; Erstellen von Profilschnitten.

**Lehrformen**

Vorlesung, Übung und Geländekurs

**Prüfungsformen**

Vorlesung: Schriftliche Klausur

Geländekurs: Bericht, Kopie des Feldbuchs, Lernprotokoll

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

Ausreichende Bewertung der Klausur und erfolgreiche Teilnahme am Geländekurs

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

Das Modul ist nur nach Rücksprache mit den Dozenten für Studierende anderer Studiengänge zugänglich

**Stellenwert der Note für die Endnote**

12,5 % der Gesamtnote (15 von 120 CP)

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende**

A. Immenhauser (Modulbeauftragter) und T. Backers. A. Immenhauser und C. Pascal (Geländeübung), wechselnde Assistenten Geländekurse

**Sonstige Informationen**

**Literatur**

Sedimentologie: Ausführliches Beiheft in Moodle, Beiheft und individuelle Literaturempfehlungen zur Vorlesung und Geländeübung

Quartärgeologie: Frädrich, 2016. Spuren der Eiszeit.

<b>Mineralogie (Wahlpflicht)</b>					
<b>Modul-Nr. 13</b>	<b>Credits</b> 15 CP	<b>Workload</b> 450 h	<b>Semester</b> 3. - 5. Sem.	<b>Turnus</b> Jedes Semester, beginnend im WS	<b>Dauer</b> 3 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Kristallographie			a) 4 SWS	a) 120 Std.	a) Keine
b) Mineralogie			b) 2 SWS	b) 60 Std.	b) Keine
c) Petrologie			c) 4 SWS	c) 120 Std.	c) Keine
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Formal:</b> Mindestens 1 Module aus dem Studienplan des ersten Jahres muss bestanden sein.					
<b>Lernziele</b>					
Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Lage, die Bildung natürlicher Gesteine in einem großen Maßstabsbereich, vom Aufschluss im Gelände bis in den atomaren Bereich der Kristallstrukturen, nachvollziehen zu können.</li> <li>• kennen die Methoden im Umgang mit strukturellen und chemischen Eigenschaften von Mineralien und Gesteine und die Grundprinzipien der Symmetriellehre.</li> <li>• wissen, wie gesteinsbildende Minerale strukturell aufgebaut sind, kennen deren Eigenschaften und können Vorgänge während der Mineralneubildung bzw. der Schmelzbildung makroskopisch und auch auf atomarer Ebene verstehen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>a) Kristallographie</b>					
<p>Kristallgitter (atomarer Aufbau von Kristallen, Nah- und Fernordnung, Elementarzellen, Bezugssysteme, Miller Indizes, Zonen, Kristallmorphologie), Kristallsymmetrie (Symmetrieelemente, Punktgruppen, Bravais-Gitter, Raumgruppen, Formen), Röntgenbeugung (Erzeugung von Röntgenstrahlung, Beugung am Kristallgitter, Bragg-Gleichung, Diffraktometer, Gitterkonstantenbestimmung), Geometrische Bauprinzipien (Atom- und Ionenradien, Koordinationspolyeder, Paulingsche Regeln, Bond-Valence Modell, Packungsdichten, Kugelpackungen und daraus abgeleitete Strukturtypen, Strukturchemie der Silikate), Ideal- und Realkristall (Gitterenergie, Gitterschwingungen, Wärmekapazität, thermische Dehnung, Elastizität, Klassifikation von Baufehlern, thermische Punktdefekte), Phasenumwandlungen (thermodynamische Potentiale als Funktion von Temperatur und Druck, Klassifikation von Phasenumwandlungen, atomistische Mechanismen), Kristallisation (Grenzflächenenergie, Keimbildung, Ostwaldsche Stufenregel, Ostwald-Miers-Bereich, Kristallwachstum, Morphologie, Kristallzüchtung).</p>					
<b>b) Mineralogie</b>					
<p>Es werden chemische Zusammensetzungen und mögliche Substitutionen der Minerale besprochen, Symmetrien und Kristallstrukturen, Mischkristallbildungen, Mischungslücken, wichtige physikalische Eigenschaften, typische Vorkommen und gegebenenfalls plattentektonischer Bezug. Je nach Vorkommen des zu besprechenden Minerals werden auch Schmelzverhalten, Druck-Temperaturbindungen der Bildung, technische Anwendungen und lagerstättenbildende Prozesse angesprochen.</p> <p>Die wichtigsten Nichtsilikate, welche besprochen werden:</p> <p>Kupfer, Graphit, Diamant, Sphalerit, Galenit, Pyrit, Markasit, Chalkopyrit, Fluorit, Halit, Magnetit, Hämatit, Ilmenit, Rutil, Limonit/Bauxit, Calcit, Dolomit, Aragonit, Baryt, Anhydrit, Gips, Apatit.</p> <p>An Silikaten werden besprochen:</p>					

Olivin, Granat, Andalusit, Sillimanit, Disthen, Staurolith, Chloritoid, Zoisit/Epidot, Turmalin, Beryll, verschiedene Pyroxene und Amphibole, Kaolinit, Serpentin, Pyrophyllit, Talk, Chlorit, Muskovit, Biotit, Lepidolith, Quarz, die Feldspat-Gruppe, Leucit, Nephelin, Chabasit.

**c) Petrologie**

Die Veranstaltung setzt sich aus einem Vorlesungsteil und einem Übungsteil zusammen.

Die Vorlesung behandelt folgende Themen:

Magmatische Gesteinsbildung:

Aufbau der Erde, physikalische Eigenschaften von Magmen, relative Häufigkeiten von Elementen, chemische Klassifikation von Magmatiten, graphische Darstellungen (XY-Diagramme, ternäre Diagramme, Streckeisen-Diagramme), Formen magmatischer Körper, Phasendiagramme (1-Komponenten-, 2-Komponenten-, 3-Komponenten-Systeme), Prozesse der Magmenbildung, Lagerstättenbildende Prozesse, Magmendifferentiation (Fraktionierungsprozesse, Assimilation, Kumulatbildungen, liquide Segregation, Magmenmischung, magmatische Serien, Harker-Diagramme), Entstehung mafischer Magmatite, Magmatismus an divergenten und konvergenten Plattengrenzen, das Pyrolit-Modell, Plagioklas-, Spinell- und Granat/Herzolite und deren petrologische Aussagekraft, geochemische Aspekte der magmatischen Gesteinsbildung, Kristallisationsdifferentiation nach Bowen, „ungewöhnliche“ Schmelzzusammensetzungen (Komatiite, Kimberlite, Karbonatite) und deren petrologische Bedeutung.

Metamorphe Gesteinsbildung:

Metamorphe Prozesse (isochem, allochem) Metamorphosearten (Dislokations-, Kontakt-, Versenkungs-, Ozeanboden-, Regional-, Impaktmetamorphose), Prinzip der metamorphen Fazies, chemische Modellsysteme (Metapelite, Kalksilikatfelse, Metabasite, Quarzite, Metaultrabasite, Metabauxite), metamorphe Reaktionstypen, Chemographie (ACF-, AFM-, AKF-Diagramme), Thermobarometrie.

Übung:

Es werden zwei Suiten von magmatischen sowie eine Suite von metamorphen Gesteinsproben von den Kursteilnehmern bearbeitet und jeweils ein Kurzbericht erstellt (Bestimmung von Mineralbestand, Struktur und Textur, Zeichnung typischer Gefügemerkmale, Darstellung der Entstehungsgeschichte, Gesteinsname). Die Proben werden anschließend besprochen, und bei den Magmatiten die jeweilige wechselseitige Beziehung der ausgeteilten Proben der beiden Gesteinssuiten sowie der plattentektonische Bezug diskutiert. Die Mineralparagenesen der Metamorphite werden in geeignete Chemogramme eingetragen und mögliche Bildungsreaktionen sowie Abbaureaktionen diskutiert. Besprochen werden 2 charakteristische Beispiele von Metapeliten, 3 Beispiele von Metabasiten sowie ein metasomatisches Gestein. Eingegangen wird ferner auf die Bedeutung unterschiedlicher metamorpher Stadien in Bezug auf Druck-Temperatur-Deformation-Zeit Pfade. Sowohl bei den magmatischen als auch bei den metamorphen Bestimmungsübungen wird ein eng verzahnter Bezug hergestellt zu den Kenntnissen, die in der zugehörigen Vorlesung erworben werden können.

**Lehrformen**

Vorlesung + Übung in jede Veranstaltung.

**Prüfungsformen**

Klausur Kristallographie (Ende WS) Klausur Petrologie und Mineralogie (Ende SS) jeweils 45 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

**Stellenwert der Note für die Endnote** Studierende wählen 3 aus 4 Wahlpflichtmodulen, 8,3% der Gesamtnote.

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende**

Jürgen Schreuer, Raúl Fonseca, Christopher Beyer

**Sonstige Informationen**

**Literatur**

Minerale und Gesteine – Eigenschaften, Bildung, Untersuchung. G. Markl, Springer Spektrum (3. Auflage 2015)

Mineralogie – Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. M. Okrusch u. S. Matthes, Springer Spektrum (10. Auflage 2022)

Mineralogy - An introduction to Minerals, Rocks, and Mineral Deposits. M. Okrusch u. H. Frimmel, Springer (1st Ed., 2020)

An Introduction to the Rock-Forming Minerals. W.A. Deer, R.A. Howie, J. Zussman, Mineralogical Society of Great Britain and Ireland (3rd Ed., 2013)

Einführung in die Kristallographie. W. Kleber, J. Bohm, D. Klimm, M. Mühlberg, B. Winkler. Walter de Gruyter (20. Auflage 2021)

Essentials of Igneous and Metamorphic Petrology. B.R. Frost and C.D. Frost. Cambridge University Press (2014)

An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. J.D. Winter. Prentice Hall (2001)

Igneous Petrology. M.G. Best and E.H. Christiansen. Blackwell Science (2001)

Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. A.R. Philpotts and J.J. Ague. Cambridge University Press (3rd Ed., 2021)

<b>Geophysik (Wahlpflicht)</b>					
<b>Modul-Nr. 14</b>	<b>Credits</b> 15 CP	<b>Workload</b> 450 h	<b>Semester</b> 3. - 5. Sem.	<b>Turnus</b> Jedes Semester, beginnend im WS	<b>Dauer</b> 3 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Allgemeine Geophysik b) Angewandte Geophysik c) Geländeübung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS b) 4 SWS c) 6 Tage	<b>Selbststudium</b> a) 120 h b) 120 h c) 45 h	<b>Gruppengröße</b> a), b) nach Bedarf c) 16
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Formal:</b> ein Modul aus Mathematik, Physik, Chemie oder Grundlagen der Geowissenschaften muss bestanden sein. Nachweis eines Erst-Hilfe-Kurses zur Teilnahme an den Geländeübungen <b>Inhaltlich:</b> Kenntnisse in Mathematik und Physik auf dem Niveau der Grundvorlesungen im ersten Jahr <b>Vorbereitung:</b> -					
<b>Lernziele</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende den Aufbau des Erdinnern und verstehen die grundlegenden dort ablaufenden dynamischen Prozesse,</li> <li>• kennen und verstehen Studierende die Beobachtungen und Methoden, die zur Erkundung des Erdinnern und zur Lokalisierung und Charakterisierung von Erdbeben genutzt werden</li> <li>• sind Studierende mit den Ansätzen, dem Potential aber auch den Limitationen zerstörungsfreier Untersuchungen des Untergrunds soweit vertraut, dass sie in der Lage sind, für ein sich stellendes Explorationsproblem bzw. eine Untergrunderkundung ein Konzept zu erarbeiten, das die Vor- und Nachteile der verschiedenen geophysikalischen Methoden gegeneinander abwägt</li> <li>• haben Studierende ein Verständnis des Zusammenhangs zwischen den physikalischen Eigenschaften im Untergrund und dem Ergebnis einer Messung an der Oberfläche bzw. in Bohrlöchern entwickelt</li> <li>• können Studierende einfache Datensätze bearbeiten und mit selbsterstellten Modellkurven auswerten sowie physikalischer Eigenschaften von Gesteinen berechnen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <b>a) Allgemeine Geophysik:</b> I) Grundlagen der Elastizitätstheorie, Seismische Wellen mit Wellengleichung, Strahlentheorie, Brechungsgesetz, Laufzeitkurven II) Seismologische Beobachtungen zur Erkundung des Erdinnern (Laufzeiten, Oberflächenwellen, Eigenschwingungen) und abgeleitete Standard-Erdmodelle, seismische Tomographie und dreidimensional veränderliche Erdmodelle III) Erdbeben: Auswirkungen, Detektion und Lokalisierung, Beschreibung als Bruchprozess, Herdparameter und deren Bestimmung, Häufigkeit von Erdbeben, Gutenberg-Richter-Beziehung, Magnituden IV) Energietransport und thermomechanische Prozesse im Erdinnern: Wärmeleitung und Advektion, Temperatur in kontinentaler und ozeanischer Lithosphäre und tiefem Mantel, Konvektion <b>b) Angewandte Geophysik:</b> I) Einführung 1) Zielobjekte der geophysikalischen Prospektion/Exploration 2) Grundlagen der digitalen Datenaufzeichnung und -bearbeitung					

II) Potentialverfahren: Grundlagen und Messtechniken 1) Gravimetrie 2) Geoelektrik 3) Magnetik III) Wellenverfahren: Grundlagen und Messtechniken 1) Vom Seismogramm zum Untergrundmodell 2) Bodenradar IV) Bohrlochmessungen und Bohrlochstabilität <b>c) Geländeübung:</b> Anwendung der grundlegenden Aufschlussmethoden der Geophysik (Geoelektrik, Georadar, Magnetik, Seismik) im Feld mit anschließender quantitativer Auswertung der erhobenen Daten.
<b>Lehrformen</b> a), b) Vorlesung, mit den Vorlesungsstoff begleitenden Übungsaufgaben, separate Übungsstunden zur Besprechung der Übungsaufgaben in Kleingruppen, Umgang mit Tabellenkalkulation zur Lösung von Übungsaufgaben, virtuelles Vorführen der Lösungen durch die Studierenden c) Geländeübung
<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Modulabschlussklausur, 120 Minuten; Bericht zur Geländeübung
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulklausur und Bericht, freiwillige Präsentation von Lösungen zu Übungsaufgaben in Übungsgruppen zur Erlangung von Bonuspunkten
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) entfällt
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> Studierende wählen 3 aus 4 Wahlpflichtmodulen, 8,3% der Gesamtnote.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende:</b> Friederich, Renner
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur:</b> Berckhemer, H., Grundlagen der Geophysik; Shearer, P., Introduction to Seismology; Clauser, C., Einführung in die Geophysik; Clauser, C., Grundlagen der angewandten Geophysik; Burger, H.R., Sheehan, A.F., and Jones, C.H., Introduction to applied geophysics, 554pp., Norton, 2006. Dobrin, M.B., and C.H. Savit, Introduction to geophysical prospecting, 867 pp., McGraw-Hill, New York, USA, 1988. Everett, M., Near surface applied geophysics, 403 pp. Cambridge University Press, 2013; Kearey, P., and M. Brooks, An introduction to geophysical exploration, 254 pp., Blackwell, Oxford, UK, 1991. Parasnis, D.S., Principles of applied geophysics, 402 pp., Chapman and Hall, London, UK, 1986.

<b>Angewandte Geologie (Wahlpflicht)</b>					
<b>Modul-Nr. 15</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	15 CP	450 h	3.,4., 5. Sem	Jedes Semester, beginnend im WS	3 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Hydrogeologie			a) 4 SWS	a) 125 h	Je 20 Studierende zu (d und e)
b) Grundlagen der Ingenieurgeologie			b) 2 SWS	b) 125 h	
c) Darstellen und Analysieren geotechnischer Informationen			c) 2 SWS		
d) Geländeübung Ingenieurgeologie			d) 1 Tag	d) 30 h	
e) Geländeübung Hydrogeologie			e) 1 Tag	e) 30 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für Studierende in Bachelor-Programmen					
Formal: Veranstaltung ‚Mechanik für Geowissenschaftler‘ muss erfolgreich abgeschlossen sein; Modul ‚Grundlagen der Geowissenschaften‘ muss bestanden sein					
Nachweis eines Erst-Hilfe-Kurses im Prüfungsamt zur Teilnahme an den Geländeübungen					
<b>Lernziele</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die grundlegenden Konzepte in der Hydrogeologie und Ingenieurgeologie und verstehen die Zusammenhänge der geologischen Verhältnisse, physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften von Boden und Fels und dem darin fließenden Grundwasser.</li> <li>• können die Studierenden die ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Verhältnisse in Bezug auf praktische Anwendungen beurteilen.</li> <li>• kennen Studierende geeignete Messverfahren zu Untersuchungen von geomechanischen und hydrogeologischen Eigenschaften im Labor und im Gelände.</li> </ul>					
<b>Hydrogeologie:</b> Die Teilnehmenden erlernen relevante hydrogeologische Fachbegriffe und verstehen Zusammenhänge zwischen geologischen Bedingungen und dem Vorkommen von Grundwasser sowie dessen Eigenschaften. Die Studierenden erlernen Methoden der Erkundung und Charakterisierung von Grundwasserleitern und Einzugsgebieten und wenden diese in den begleitenden praktischen Übungen selbständig an.					
<b>Ingenieurgeologie:</b> Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind mit der ingenieurgeologischen Fachterminologie vertraut, können Lockergestein, Festgestein und Fels fachgerecht beschreiben und benennen und kennen die wichtigsten Parameter zur Beschreibung der Eigenschaften von Locker- und Festgesteinen. Darüber hinaus sind sie mit den Grundlagen der Normung und Richtlinien vertraut und kennen die wesentlichen ingenieurgeologisch relevanten Erkundungsmethoden. Im Numeriklabor werden Grundlagen für Handhabung und Bewertung ingenieurgeologischer Modellierungsansätze vermittelt.					
<b>Inhalt</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Begriffe und Methoden der Hydrogeologie: Hydrogeologische Gesteinseigenschaften, Grundwasserneubildung, Grundwassertransport und Schadstoffe im Grundwasser; Hydrogeologische Exkursion durch das Ruhrgebiet</li> <li>• Grundlagen, Begriffe und Methoden der Ingenieurgeologie: Lockergestein, Festgestein, Fels, mechanische und physikalische Eigenschaften, Stabilität von Baugrund, Böschungen, Deponien; Einführung in numerische Methoden der Ingenieurgeologie</li> </ul>					
In den Geländeübungen erlernen Teilnehmende die Grundlagen der ingenieurgeologisch-hydrogeologischen Projektarbeit anhand eines Realbeispiels. In Gruppen erarbeiten Sie die					

Erkundung und Bewertung einer Altlast und beschreiben diese anhand eines Gutachtens. Somit werden arbeitsmarktrelevante fachspezifische und kommunikative Kompetenzen in Form eines Planspiels generiert.
<b>Lehrformen</b> Vorlesungen mit begleitenden Übungen Bereitstellung von auf den Lehrinhalten aufbauenden Hausaufgaben Numeriklabor und Exkursion Geländeübungen mit Planspiel
<b>Prüfungsformen</b> Teilklausuren über a) sowie b) + c) jeweils 90 Minuten. Bericht über die im Rahmen der Geländeübung gestellte Aufgabe; Berichtserstellung in Gruppen von max. 3 Studierenden; Bericht max. 20 Seiten; Berichtsabgabe 3 Wochen nach Ende der Geländeübungen
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> bestandene Modulprüfung Erfolgreiche Teilnahme an, und Abgabe von mindestens 90% der Übungen in a), b) und c) Teilnahme an der hydrogeologischen Exkursion und am ingenieurgeologischen Numeriklabor (als Teile von a) und c)) Aktive Teilnahme an den Geländeübungen d) und e) Bestandene Berichte der Geländeübungen d) und e)
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Studierende wählen 3 aus 4 Wahlpflichtmodulen, 8,3% der Gesamtnote.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Tobias Licha, Prof. Dr. Tobias Backers
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur</b> Relevante Fachliteratur wird am Beginn der jeweiligen Veranstaltungen vorgestellt.

<b>Ergänzungsmodul</b>					
<b>Modul-Nr. 16</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	16 CP	480 h	5. + 6. Sem.	Jedes Semester	2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Änderungen vorbehalten; Die mögliche Auswahl an Kursen umfasst in der Regel 40 CPs, von denen die Studenten Kurse mit insgesamt 16 CPs wählen sollten.			<b>Kontaktzeit</b> Veranstaltungsabhängig	<b>Selbststudium</b> Veranstaltungsabhängig	<b>Gruppengröße</b> Veranstaltungsabhängig
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Für Studierende in Bachelor-Programmen					
<b>Lernziele</b> Die Ziele dieses Moduls sind die Erweiterung der Spezialisierung der Studenten, und die Erhöhung der Expertise in bestimmten angewandten Methoden für die geowissenschaftliche Datenanalyse. Das Lehrangebot ist freibleibend und kann je nach den aktuellen Methoden der Datenanalyse in den Geowissenschaften variieren.					
<b>Inhalt</b> Aus dem Angebot des Moduls können die Studierenden Kurse mit insgesamt 16 CPs wählen. Die Kursinhalte sind abhängig vom Kurs Wahl und entsprechenden Bereich der gewünschten Vertiefung in der Datenanalyse der Geowissenschaften und ergänzen somit das in den beiden Wahlmodulen erlernte Material.					
<b>Lehrformen</b> Abhängig von dem aktuellem Kursangebot.					
<b>Prüfungsformen</b> Module ab S. 36 des Modulhandbuches, wie im Modul angegeben. Andere Veranstaltungen sind mit einzelnen Klausuren/Berichten usw. zu evaluieren und im B.SC: Modulplan als Ergänzungskurs „E“ gekennzeichnet.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Die Note wird aus dem Durchschnitt der einzelnen Kursprüfungen/Berichte berechnet.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Studierende anderer Fachrichtungen können alle Lehrveranstaltungen dieses Moduls als Einzelkurs zur Anrechnung nutzen.					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8,8% der Gesamtnote					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Harrington					
<b>Sonstige Informationen</b>					

Strukturgeologie und Tektonik					
	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	6 CP	180 h	5. Sem.	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltung</b> Strukturgeologie und Tektonik			<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS	<b>Selbststudium</b> 120 h	<b>Gruppengröße</b> Max. 80
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Es besteht Anwesenheitspflicht! Nur für Studierende in Bachelor-Programm Geowissenschaften, die das Modul „Methoden der Geländearbeit“ bestanden haben.					
<b>Lernziele</b> Studierende wurden nach Beendigung des Kurses in die Strukturgeologie und Tektonik eingeführt. Die Veranstaltung Strukturgeologie und Tektonik enthält einen Vorlesungsteil und einen Praktikumsteil. In der Vorlesung werden die Hauptstrukturen vorgestellt und deren Bedeutung in Bezug auf Verformung und Spannungen ausführlich diskutiert. Die Studierende sind in der Lage das erworbene Fachwissen zu nutzen, um die regionale geologische Entwicklung zu entschlüsseln und Vorhersagen zur 3D-Gliederung des Untergrunds zu erstellen. Im zweiten Teil der Vorlesung wird die Verbindung zwischen Struktur und Tektonik durch die Einführung der verschiedenen tektonischen Systeme (z.B. Rifts, Subduktionszonen usw.), ihre Hauptmerkmale und die Mechanismen der Plattentektonik diskutiert. Die Übungen schulen das Erkennen und die Interpretation tektonischer Strukturen, die Verwendung geologischer Karten und Profile zur Entschlüsselung der tektonischen Entwicklung sowie die Verwendung von Stereonets als Standardwerkzeug in der Geologie. Die Inhalte des Kurses sind direkt mit anderen Themen der Geowissenschaften (Sedimentologie, Petrologie, Geophysik ...) verknüpft. Das Hauptziel des Kurses ist es, die Studierenden mit grundlegenden Vorstellungen in der Strukturgeologie und Tektonik vertraut zu machen und sie zur Lösung praktischer Probleme (z. B. Bestimmung des Standorts potenzieller wirtschaftlicher Ressourcen im Untergrund) anzuwenden.					
<b>Inhalt</b> Interpretation von Strukturen; Störung; Falten; spröde und duktile Verformung; Karteninterpretation; mechanische und geologische Analysen von Strukturen; Plattentektonik; Rifting; Drifting; Kollisionsgebirge; Subduktionszonen; strike-slip Tektonik.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung und Übung					
<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Klausur					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Ausreichende Bewertung der Klausur					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 37,5% der Gesamtnote					
<b>DozentIn</b> Prof. Dr. C. Pascal					
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur</b> Fossen, 2010. Structural Geology, Cambridge University Press. Reuther, 2012. Grundlagen der Tektonik, Springer Spektrum. <a href="http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/vorlesungen.htm">http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/vorlesungen.htm</a> Rowland et al., 1994. Structural Analysis and Synthesis. 2nd Ed., Blackwell Scientific.					

Ragan (2009). Structural Geology, an introduction to geometrical techniques, John Wiley & Sons.  
Groshong, 2006. 3-D Structural Geology: A Practical Guide to Quantitative Surface and Subsurface Map Interpretation, Springer.  
Kearey, Klepeis and Vine, 2009. Global Tectonics, Wiley-Blackwell.  
Frisch, Meschede and Blakey, 2011. Plate Tectonics, Springer.

Einführung in Matlab								
	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Frequency</b>	<b>Duration</b>			
	6 CP	180 h	5. Sem.	SS	1 Semester			
<b>Courses</b>	Einführung in Matlab/Introduction to Matlab		<b>Contact hours</b>	4 SWS	<b>Self-study</b>	120 h	<b>Group size</b>	Max. 30
<b>Learning outcomes</b>								
<p>After completing this course, students will be able to perform basic programming in Matlab aimed at problems in the Geosciences, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inputting and outputting data files of mixed content and of any size, including strings, and numerical data</li> <li>• Manipulate and analyze data using mathematical operations, loop statements, switch statements, selection statements, and vectorized codes</li> <li>• Store and manipulate data using structures</li> <li>• Visualize data by plotting, including 2D and 3D plots with specialized symbols, legends, and labels</li> <li>• Perform curve fitting and interpolation of data</li> </ul>								
<b>Content</b>								
<p>Modern Earth and environmental scientists deal with complex and often very large quantitative datasets that are typically not useful or understandable in raw form. Thus, quantitative data analysis skills are highly desired and useful in quantitative Earth science subdisciplines. This course provides an introduction to processing, visualizing, and interpreting quantitative Earth and environmental science data using scientific widely used computing techniques. Computational methods and visualization will be performed using the scientific computing language, MATLAB. Previous programming experience is not required. Weekly meetings introduce the necessary theoretical and computational background to complete weekly assignments that demonstrate applications to Earth science data. The weekly assignments will involve writing algorithms that use quantitative methods to process and visualize data relevant to the Earth sciences. Expected topics to be covered may include Earth science applications of: conditional statements, loops, vector and matrix operations, importing data, automated data analysis &amp; visualization (including 3D visualization), differentiation, interpolation, curve fitting, error estimation and propagation, and linear regression and confidence interval estimation.</p>								
<b>Teaching methods</b>								
Weekly lecture + interactive exercise meetings (90 + 90 minutes)								
<b>Mode of assessment</b>								
Evaluation is based on the points given for weekly assignments								
<b>Requirement for the award of credit points</b>								
Passing grade on weekly assignments (> 50%)								
<b>Weight of the mark for the final score</b>								
Students from other disciplines may use any of the courses in this module as individual courses for credit.								
<b>Module coordinator and lecturer(s)</b>								
Prof. Dr. Rebecca Harrington								
<b>Further information</b>								
<b>Literature</b>								
Matlab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, Edition 4, S. Attaway								

Tektonophysik					
	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	2 CP	60 h	WS	jährlich	1 Semester
Lehrveranstaltung			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Vorlesung mit integrierten Übungen			2 SWS	20 h	beliebig
Lernziele					
Die Studenten sollen lernen, für tektonische Beobachtungen Modelle zu entwickeln, die die Anwendung physikalischer Konzepte erlauben, wobei im Vordergrund die Frage nach den antreibenden Kräften steht.					
Inhalt					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Erde von außen</li> <li>• 2) Schalenbau der Erde</li> <li>• 3) Konzept von Platten</li> <li>• 4) Plattengeschwindigkeiten</li> <li>• 5) Energiebetrachtungen zu Platten</li> <li>• 6) Wärmefluss und Temperaturverteilung im Erdinneren</li> <li>• 7) Rayleigh-Zahl für den Erdmantel, rheologische Eigenschaften, Konvektion</li> <li>• 8) Konzepte der Geochronologie.</li> </ul>					
Lehrformen					
Vorlesung, Präsenzübungen					
Prüfungsformen					
Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten					
bestandene Klausur					
Stellenwert der Note für die Endnote					
2/180					
DozentIn Prof. Dr. Jörg Renner					
Sonstige Informationen					
Interesse an quantitativen Ansätzen					
Literatur					
z.B. Geodynamics (Turcotte, Schubert)					

Rock Physics					
	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	SS	jährlich	1 Semester
<b>Lehrveranstaltung</b> Vorlesung, Laborpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Gruppengröße</b> < 30
<b>Lernziele</b>					
After successful completion of the module students					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• appreciate the scale-dependent approach to the physical characterization of rocks (micro- to decimeter-scale)</li> <li>• understand the relation between physical properties of rocks and their chemical composition and microstructure</li> <li>• learned the use and limits of empirical and theoretical concepts for the description of heterogeneous media</li> <li>• are familiar with the mathematical description of physical processes on rock scale</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introduction to rocks and minerals</li> <li>2) Porosity and interface phenomena</li> <li>3) Hydraulic transport in rocks (Darcy's law, permeability models)</li> <li>4) Elasticity (stress, strain, Hooke's law, averaging schemes)</li> <li>5) Failure of rocks (fracture and friction)</li> </ol> <p>+ Lab practical: students independently conduct simple experiments to determine basic physical properties of rocks (density, porosity, permeability) and fluids (density, viscosity)</p>					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung, Laborübungen					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur und Laborbericht					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
bestandene Klausur und Bericht					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
5/180					
<b>DozentIn</b> Renner, Jörg; Rempe, Marieke					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Unterrichtssprache Englisch					
<b>Literatur</b>					
z.B. Jaeger, Cook, Zimmerman "Fundamentals of Rock Mechanics"; Gueguen, Palciauskas "Introduction to the physics of rocks"; Schön "Physical properties of rocks"; Mavko, Mukerji, Dvorkin "The rock physics handbook"; AGU reference shelf "Rock physics and phase relations"					

Berufsbilder in den Wasserwissenschaften					
Module-Nr.	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	3.-6.	SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Seminar			a) 1 SWS	a) 35 h	40 Studierende
b) Diskussionsgruppen			b) 1 SWS	b) 35 h	40 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Modul „Grundlagen der Geowissenschaften“ muss bestanden sein.					
<b>Lernziele</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen vielfältiger Berufsbilder und Tätigkeiten in der Wasserwirtschaft</li> <li>• Kenntnis des notwendigen Wissens, Grundlagen und Erfahrungen für die einzelnen Berufsbilder</li> <li>• Einen Überblick über typische Aufgaben in den einzelnen Berufsbildern erhalten</li> <li>• Stellenanzeigen und Ausschreibungen verstehen</li> <li>• Eine Verbindung zwischen Berufsbildern, dafür nötigem Vorwissen und Studieninhalten schaffen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berufsbilder und Karrieremöglichkeiten für Hydrogeochemiker &amp; Hydrogeologen</li> <li>• Der Arbeitsmarkt für Hydrogeochemiker &amp; Hydrogeologen</li> <li>• Tätigkeiten für Geowissenschaftler in Unternehmen, Ingenieurbüros, Analytik-Laboren, Geräteherstellern, öffentlicher Verwaltung, öffentliche Unternehmen, Wissenschaft und Management</li> <li>• Verknüpfungen zwischen beruflichen Tätigkeiten und Studiengangsinhalten</li> <li>• Anforderungsprofile für Berufsbilder</li> <li>• Reflexion über eigene Vorlieben und persönliche Neigungen</li> </ul>					
<b>Lehrform</b>					
Seminarvorträge u.a. durch externe Redner aus der Praxis Diskussionsgruppen mit den Vortragenden					
<b>Prüfungsform</b>					
Schriftliche Kurzdarstellung von mind. 75% der im Seminar vorgestellten Berufsbilder					
<b>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Aktive Teilnahme an den Diskussionsgruppen, Bestandener Bericht.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
1,6 % der Gesamtnote (3 von 180 CP)					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Dr. Thomas Heinze					
<b>Sonstige Informationen</b>					
Relevante Fachliteratur wird in den Vorbesprechungen bekannt gegeben.					

Wirbeltierpaläontologie					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	3 CP	90 h	2. + 3. Sem.	Jährlich	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Paläontologie Vorlesung			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS	<b>Selbststudium</b> 60 h	<b>Gruppengröße</b>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Für Studierende in Bachelor-Programmen.					
<b>Lernziele</b> Die Studierenden können am Ende des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Stellung der Wirbeltiere im System der Animalia aufzeigen.</li> <li>• die Entwicklung der Wirbeltierklassen in Abhängigkeit geosphärischer Prozesse darstellen.</li> <li>• die wichtigsten Wirbeltiergruppen und deren Phylogenie benennen.</li> </ul>					
<b>Inhalt (Content)</b> Es werden alle Klassen der Wirbeltiere vorgestellt: Systematik und Nomenklatur, Evolution und Phylogenie, Geosphären-Biosphärenkopplung, Anatomie. Das Verständnis der Wirbeltierevolution erfordert mehr als bei der Evolution der zahlreichen Invertebratenstämme und -klassen anatomische Kenntnisse, wie solche zu den Atmungsorganen, dem Urogenitalsystem und besonders der Knochen. Wichtig sind dabei beispielsweise die Entwicklung der Kiefer und des Gehörs der Landwirbeltiere.					
<b>Lehrformen</b> Vorlesung					
<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Ausarbeitung					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Anerkannte Ausarbeitung					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dr. Rüdiger Stritzke					
<b>Sonstige Informationen</b> <b>Literatur</b> Carroll, R.L., 1988. Vertebrate Paleontology and Evolution.- New York (Freeman). Chaline, J., 2000. Paläontologie der Wirbeltiere.- Stuttgart (Enke). Hildebrand, M.; Goslow, G.E., 2004. Vergleichende und funktionelle Anatomie der Wirbeltiere.- Springer (Berlin).					

Paläobotanik					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Turnus</b>	<b>Dauer</b>
	3 CP	90 h	2. + 6. Sem.	Jährlich	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
Paläontologie Vorlesung			2 SWS	60 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für Studierende in Bachelorprogrammen.					
<b>Lernziele</b>					
Nach dem Abschluss des Moduls können die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>•die Entwicklung der Pflanzenklassen in Abhängigkeit geosphärischer Prozesse darstellen.</li> <li>•die Pflanzengruppen und deren Phylogenie benennen.</li> <li>•die Bedeutung der Mikropaläobotanik für die Biostratigraphie und Paläoklimatologie erläutern.</li> </ul>					
<b>Inhalt (Content)</b>					
Es werden alle Klassen der Pflanzen vorgestellt: Systematik und Nomenklatur, Evolution und Phylogenie, Geosphären-Biosphärenkopplung, Anatomie. Das Verständnis der Pflanzenevolution erfordert Kenntnisse des Generationswechsels vor allem der Landpflanzen. Insbesondere der Gametophytenzyklus mit seinen resistenten Sporen und Pollen ermöglicht detaillierte Phylogenien und darauf fußend Klimazyklen vor allem im Quartär zu erarbeiten.					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesung					
<b>Prüfungsformen</b>					
Schriftliche Ausarbeitung					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Anerkannte Ausarbeitung.					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Dr. Rüdiger Stritzke					
<b>Sonstige Informationen</b>					
<b>Literatur</b>					
Taylor, E., 2009. Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants (Academic Press).					
Traverse, A., 2007. Palaeopalynology (Springer).					

Measuring Earth surface motions with InSAR and GNSS					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Term	Frequency	Duration
	6 CP	180 h	Summer	each SoSe	1 semester
Courses			Contact hours	Self-study	Group size
Measuring Earth surface motions with InSAR and GNSS			4 SWS	120 h	18 students
Prerequisites					
For students enrolled in MSc programs.					
For BSc this is a supplementary module (Ergänzungsmodul), prerequisites are successful completion of the modules mathematics and physics.					
Learning outcomes					
After completion of the module the student will be able to:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the principles of how GNSS and InSAR are used to measure surface deformation.</li> <li>• Understand and reproduce the static surface deformation induced by earthquake, volcanic, and anthropogenic processes using simple models.</li> <li>• Recognize the quality of solutions and diagnose sources of error in InSAR and GNSS measurements.</li> <li>• Recognize shallow (anthropogenic) and deep (solid-earth) signals in InSAR and GNSS data.</li> <li>• Recover earthquake, volcanic, and anthropogenic surface deformation signals from raw InSAR data using SNAP ESA software.</li> </ul>					
Content					
This course will provide an introduction to the principles of Earth surface displacements derived from Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) applied to tectonic, volcanic, and anthropogenic signals. Interpretations of the data will be taught with simple models such as elastic surface loading models, fault-slip dislocation models, and Mogi-source models.					
For GNSS we will cover topics including reference frames, the earthquake cycle, volcanic signals, and seasonality. For InSAR, we will cover topics including SAR technology, amplitude and phase, the challenges in retrieving surface displacements due to tropospheric and topographic effects, and orbital errors.					
Teaching methods					
2 hours per week lecture. 2 hours per week practical in the computer lab.					
Each week, we will introduce new concepts in the 2 hour lectures. This will be followed by a 2 hour practical in which students learn how to explore features of surface deformation data. Notably, students will learn how to use an InSAR processing software, SNAP, to process their own surface deformation maps from raw InSAR SLC data.					
Mode of assessment					
Weekly quizzes during first 9 weeks: The best 5 results from 9 quizzes will be counted towards 60% of the final grade. 10% of the grade will be assessed from participation. 30% will come from a final and individual poster presentation that takes place at the end of the teaching semester. The preparation of these posters begins in week 9.					
Requirement for the award of credit points					
Successful completion of weekly quizzes and poster.					
Module applicability					
The course is open to students from both BSc and MSc programs, however, due to limited number of potential participants priority is given to students from BSc and MSc programs in Geoscience.					

**Weight of the mark for the final score**

5 % of the final score (6 of 120 CP) for MSc students.

3,3 % of the final score for BSc students.

**Module coordinator and lecturer(s)**

Prof. Dr. Jonathan Bedford; Dr. Carlos Peña

**Further information**

**Literature**

Teunissen, P.J. and Montenbruck, O. eds., 2017. Springer handbook of global navigation satellite systems (Vol. 10, pp. 978-3). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Hanssen, R. (2001), Radar Interferometric: Data and Error analysis, Kluwer academic publishers, ISBN 0-7923-6945-9

Ferretti, A. (2007) InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometric Processing and Interpretation, ISBM 92-9092-233-8 – [www.esa.int](http://www.esa.int)

Segall, P. (2010), Earthquake and Volcano Deformation, Princeton University Press, ISBM 9781400833856