
Master of Science Angewandte Geowissenschaften

PO 2021 Modulhandbuch



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Inhalt

Inhalt	1
Abkürzungen.....	2
Modulbeschreibungen M.Sc. Angewandte Geowissenschaften	3
Aerosole I	3
Aerosole II	4
Analyse von Umweltdaten	5
Angewandte Mineralogie II.....	6
Angewandte Mineralogie III.....	8
Atmosphäre III.....	9
Atmosphäre IV.....	10
Geländepraktikum Angewandte Geologie	11
Geländeübungen III	13
Geländeübungen IV	12
Geohydraulics and Well Construction	14
Geoinformationssysteme II	16
Geoinformationssysteme III	17
Geothermie II	18
Geothermie III	19
Geothermie IV	21
Geothermie V	22
Geothermie VI	24
Grundwassermodellierung	25
Hydrochemie I.....	26
Hydrochemie II.....	28
Hydrogeologie II.....	29
Ingenieurgeologie II.....	30
Ingenieurgeologie III	31
Ingenieurgeologie IV.....	33
Ingenieurgeologie V.....	34
Ingenieurgeophysik	35
Isotope Hydrology and Dating	36
Petrologie III.....	37
Polarisationsmikroskopie III.....	38
Praktikum Umweltgeowissenschaften	40
Quartärgeologie und Paläoklima.....	41
Rasterelektronenmikroskopie (REM)	42
Regionale Geologie.....	43
Schlüsselqualifikationen	45
Sedimentgeologie II.....	46
Sedimentgeologie III.....	48
Sedimentgeologie IV.....	49
Sedimentgeologie V.....	50
Tonmineralogie	51
Tracer Techniques	53
Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	54
Umwelt und Gesundheit	55
Abschlussmodul	56
Master-Thesis	56

Abkürzungen

WiSe	Wintersemester
SoSe	Sommersemester
CP	Kreditpunkte
SWS	Semesterwochenstunde
VL	Vorlesung
Ü	Übung
VÜ	Vorlesung und Übung
PR	Praktikum
EK	Exkursion
SE	Seminar
KO	Kolloquium

Modulbeschreibungen M.Sc. Angewandte Geowissenschaften

Modulname Aerosole I					
Modul Nr. 11-02-2242	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Kandler		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Aerosolphysik und -messtechnik	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Grundlagen zur Strömungsmechanik; Partikelbewegung in Strömungen; Partikelentstehung und -entfernung; Partikelinteraktion mit Wasser und elektromagnetischer Strahlung; repräsentative Probenahme; Besonderheiten atmosphärischer Messung; Messung von Größenverteilungen, Messung optischer und chemischer Eigenschaften.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische Kenntnisse über Aerosole und ihre Bewegung in der Atmosphäre und in technischen Geräten, sowie grundlegende methodische Kenntnisse zur Messung und Charakterisierung von atmosphärischen Aerosolen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester				
9	Literatur Boucher, O. (2015): Atmospheric Aerosols. Properties and Climate Impacts.- 311 S.; Dordrecht (Springer). Kulkarni, P., Baron, P.A. & Willeke, K. (2011): Aerosol Measurement. Principles, Techniques, and Applications.- 3. Aufl., 900 S.; Hoboken (Wiley). Hinds, W.C. (1999): Aerosol Technology. Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles.- 2. Aufl., 483 S.; New York (Wiley).				

10	Kommentar
----	-----------

Modulname Aerosole II					
Modul Nr. 11-02-2243	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Kandler		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Praktikum Aerosolcharakterisierung	5 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt Probenahme mit Filtern, Impaktoren und Passivsammlern; Messung mit optischen und elektrischen Partikelzählern; elektronenmikroskopische Einzelpartikelanalyse; aerosolspezifische Datenauswertung; Aufbau und Organisation eines Messexperiments.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden werden in die Lage versetzt, atmosphärische Aerosole mit den an den einschlägigen Fachgebieten vorhandenen Methoden zu charakterisieren im Hinblick auf ihre klimatische, gesundheitliche oder technische Bedeutung. Weiterhin erfahren sie typische Probleme der Feldarbeit sowie der zugehörigen Datenauswertung und erlernen Lösungsstrategien dazu.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Aerosole I</i>				
5	Prüfungsform Studienleistung, Bericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Kulkarni, P., Baron, P.A. & Willeke, K. (2011): Aerosol Measurement. Principles, Techniques, and Applications.- 3. Aufl., 900 S.; Hoboken (Wiley). Vincent, J.H. (2007): Aerosol Sampling.- 636 S.; Chichester (Wiley).				

	Goldstein, J., Newbury, D.E., Joy, D.C., Lyman, C.E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L. & Michael, J.R. (2003): Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis.- 689 S.; Plenum Press.
10	Kommentar

Modulname					
Analyse von Umweltdaten					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2306	8 CP	240 h	150 h	2 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Einführung in die Programmiersprache R für Geowissenschaftler*innen	3 CP	2 VÜ	2
	2	Statistische Methoden in den Geowissenschaften	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt				
	<u>Einführung in die Programmiersprache R für Geowissenschaftler*innen:</u> Die Programmiersprache R ist ein leistungsstarkes Werkzeug zur Analyse von Mess- und Beobachtungsdaten. R ist frei verfügbar und sowohl im akademischen Milieu als auch in der Wirtschaft weit verbreitet. In der Veranstaltung wird an Beispielen aus den Geowissenschaften und der Umweltforschung eine praxisorientierte Einführung in R gegeben. Stoffumfang und Niveau der Veranstaltung entsprechen etwa dem Buch "R für Dummies" (s. Literatur). Die Veranstaltung richtet sich vor allem an Studierende des Master-Studiengangs Angewandte Geowissenschaften, die sich mit der statistischen Analyse von Umweltdaten (Luft, Wasser, Boden) beschäftigen. <u>Statistische Methoden in den Geowissenschaften:</u> Beschreibende Statistik; Wahrscheinlichkeitsverteilungen; statistische Tests; statistische Schlüsse über Kenngrößen von Verteilungen; Anpassungstests; Mittelwertvergleiche; Varianzanalyse; Korrelation; einfache und multiple Regression; Hauptkomponentenanalyse; Analyse von zensierten Daten; Übersicht über weitere multivariate Verfahren (Clusteranalyse, Faktoranalyse) sowie Zeitreihenanalyse, Geostatistik und Analyse von Kompositionsdaten.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden können mit der Programmiersprache R statistische Analysen durchführen und die Ergebnisse graphisch darstellen. Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden und ihre Anwendungsgebiete in den Geo- und Umweltwissenschaften. Sie sind in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten und die Grenzen der Methoden zu beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Keine				

5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester
9	Literatur Wollschläger, D. (2017): Grundlagen der Datenanalyse mit R.- 4. Aufl., 698 S.; Springer. Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R. & Dutter, R. (2008): Statistical data analysis explained.- 362 S.; Wiley. De Vries, A. & Meys, J. (2015): R für Dummies.- 414 S.; Wiley-VCH. Groß, J. (2010): Grundlegende Statistik mit R.- 270 S.; Vieweg + Teubner.
10	Kommentar

Modulname Angewandte Mineralogie II					
Modul Nr. 11-02-2206	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Kleebe		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Mineral- und Kristallchemie	3 CP	2 VÜ	2
	2	Mineralische Rohstoffe und ihre Anwendung	3 CP	2 VÜ	2
2	Lerninhalt				
	<u>Mineral- und Kristallchemie:</u> Chemische Bindung, Elektronegativität, kristallographische Grundprinzipien, Kristall(Glas)-Struktur, Pauling- und Zachariasen-Regeln, Phasendiagramme und Kristallchemie, Defektchemie, Phasenumwandlungen, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Neumann-Gesetz, Benetzung, Diffusion, Ionenleitung. <u>Mineralische Rohstoffe und ihre Anwendung:</u> Herstellung keramischer Hochleistungs-Materialien, Phasendiagramme keramischer Materialien, Gefüge und Eigenschaften von Keramiken, Einsatzbeispiele in der Technik, spezielle Anwendungen, Nanomaterialien, Elektrokeramiken (Piezo), Biomaterialien (Lotuseffekt u.a.), Ferroelektrika.				

3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden vertiefen grundlegendes Wissen der Angewandten Mineralogie mit Schwerpunkt auf den Prinzipien der Kristallchemie. Sie erwerben die Fähigkeiten, mineralogische und kristallchemische Ansätze und Methoden auf angewandte Fragestellungen anzuwenden, z.B. in der Materialentwicklung (Einfluss von Kristallstrukturen auf fundamentale Mechanismen physikalischer Eigenschaften). Die Studierenden erwerben Kenntnisse mineralischer Rohstoffe und deren Vorkommen und Einsatz in Industrie und Technik mit Schwerpunkt auf keramischen Werkstoffen. Sie sind damit zu einem vertieften Verständnis der Zusammenhänge zwischen Herstellung, Phasenbestand, Gefügeausbildungen und resultierenden Materialeigenschaften befähigt.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Mineral- und Kristallchemie:</u> Studienleistung, Referat <u>Mineralische Rohstoffe und technische Anwendungen:</u> Studienleistung, Referat
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistungen
7	Benotung Benotete Studienleistungen, Standardbewertungssystem; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur Jaffe, H.W.: Crystal Chemistry and Reactivity. Buchanan, R.C. & Park, T. (1997): Materials Crystal Chemistry.- New York (Dekker). Evans, R.C. (1965): Crystal Chemistry.- Cambridge University Press. Newnham, R.E. (1975): Structure-Property Relations.- Springer Verlag. Chiang, Y.-M., Birnie, D. & Kingery, W.D. (1997): Physical Ceramics.- New York (Wiley & Sons). Kingery, W.D., Bowen, H.K. & Uhlmann, D.R. (1976): Introduction to Ceramics.- 2. Aufl.; New York (Wiley & Sons). Lee, W.E. & Rainforth, W.M. (1994): Ceramic Microstructures.- London.
10	Kommentar

Modulname Angewandte Mineralogie III					
Modul Nr. 11-02-2207	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Kleebe		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Erkennen und Bestimmen von Mineralen	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt Mineralklassen nach Strunz, Mohs'sche Härteskala, Spaltbarkeit, Bruch, Strukturen, Mischkristallreihen, Pseudomorphosen, Gruppen-Untergruppen-Beziehungen, Kristallstrukturen, Kristallsysteme.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden vertiefen grundlegendes Wissen der Angewandten Mineralogie, mit Schwerpunkt auf der systematischen Mineralogie. Sie erwerben Fähigkeiten, mineralogische Ansätze und Methoden auf angewandte Fragestellungen anzuwenden, z.B. bei der Identifizierung von Mineralien im Handstück und besonders im Gelände anhand ihrer charakteristischen Merkmale. Ferner sollen die Studierenden die möglichen unterschiedlichen Ausbildungen eines (gesteinsbildenden) Minerals ansprechen können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung, Referat				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Strunz, H. & Nickel, E. (2001): Strunz Mineralogical Tables – Chemical-Structural Mineral Classification System.- 9. Aufl., 870 S.; Stuttgart (Schweizerbart). Klockmann, F. (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie.- Ferdinand Enke Verlag.				
10	Kommentar				

Modulname Atmosphäre III					
Modul Nr. 11-02-2208	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Ebert		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Atmosphärenchemie	3 CP	2 VL	2
	2	Seminar Luftverschmutzung	2 CP	2 S	2
2	Lerninhalt <u>Atmosphärenchemie</u> : Aufbau und Chemie der Atmosphäre; Geschichte der Erdatmosphäre; Photochemie von wichtigen atmosphärischen Spezies; Chemie der Stratosphäre, Strahlungshaushalt; Climate Change. <u>Seminar Luftverschmutzung</u> : Übersicht der wesentlichen Luftschadstoffe und ihrer Quellen; Schwefeldioxid; Stickstoffoxide; Feinstaub; bodennahes Ozon; organische Schadstoffe; regionale Verteilung; zeitliche Trends; gesundheitliche Auswirkungen; Reduktionsmaßnahmen. Einführung in die Thematik über von den Studierenden zu erarbeitende Seminarvorträge.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über atmosphärenchemische Prozesse und sind in der Lage, die Wirkung atmosphärenchemischer Faktoren auf klimatische Veränderungen zu beurteilen. Zudem erlangen sie vertieftes Wissen über Luftschadstoffe und mögliche Minderungsmaßnahmen. Die Studierenden sind befähigt, selbständig erarbeitete Sachverhalte mit modernen Präsentationstechniken zu vermitteln.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Atmosphärenchemie</u> : Fachprüfung, Klausur, 60 Minuten <u>Seminar Luftverschmutzung</u> : Studienleistung, Referat				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung sowie der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Atmosphärenchemie</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das Seminar <i>Luftverschmutzung</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduleilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester				

9	Literatur Finlayson-Pitts, B.J. & Pitts, J.N. (2000): Chemistry of the upper and lower atmosphere.- Academic Press. Seinfeld, J.H. & Pandis, S.N. (2006): Atmospheric Chemistry and Physics.- 2. Aufl., 1232 S.; Wiley & Sons. Graedel, T.E. & Crutzen, P.J. (1994): Chemie der Atmosphäre.- Springer. Holgate, S.T., Samet, J.S., Koren, H.S. & Maynard, R.L. (1999): Air pollution and Health.- Academic Press. Fenger, J., Hertel, O. & Palmgren, F. (1998): Urban Air Pollution - European Aspects.- Kluwer. Umweltbundesamt (2005): Daten zur Umwelt.- Erich Schmidt Verlag.
10	Kommentar

Modulname					
Atmosphäre IV					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2244	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Kandler		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Aktuelle Atmosphärenforschung	3 CP	2 S	2
2	Lerninhalt Aktuelle Themen der letzten fünf Jahre in der Atmosphärenforschung, z.B. bezüglich des Erdklimas, Luftverschmutzung und menschlicher Gesundheit, Ökosysteminteraktionen mit der Atmosphäre, Wetterextreme und ihre Einflüsse, oder Aerosol-Wolkeninteraktionen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind befähigt, selbständig aus der internationalen Literatur zu einem gewählten Thema erarbeitete Sachverhalte mit modernen Präsentationstechniken zu vermitteln und kritisch zu diskutieren.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung, Referat				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem				

8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur Literatur abhängig von den im Seminar gewählten Themen.
10	Kommentar

Modulname					
Geländepraktikum Angewandte Geologie					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2308	10 CP	300 h	180 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Seminar zum Geländepraktikum Angewandte Geologie	2 CP	2 SE	2
	2	Geländepraktikum Angewandte Geologie (PAG)	8 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt				
	<u>Seminar zum Geländepraktikum Angewandte Geologie:</u> Das Seminar dient der inhaltlichen Vorbereitung des Geländepraktikums. Die Studierenden stellen in Kurzvorträgen einzelne, während des Geländepraktikums berührte Themen vor und diskutieren diese mit ihren Mitstudierenden. <u>Geländepraktikum Angewandte Geologie (PAG):</u> Zweiwöchiges Geländepraktikum i. d. R. im europäischen Raum, bestehend aus Exkursionstagen und Geländeübungen vor Ort. Es wird in Einzel- und Gruppenbearbeitung ein angewandt-geowissenschaftliches Ingenieurprojekt im Wesentlichen in Eigenverantwortung bis zur Präsentationsreife ausgearbeitet. Je nach Aufgabenstellung (z.B. Dammbau, Tunnelbau, Reservoirerschließung) werden im Gelände geologische, hydrogeologische, ingenieurgeologische und umweltrelevante Daten erhoben, dargestellt und hinsichtlich des Projektzieles bewertet.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Geländearbeit ist ein essentieller Bestandteil geowissenschaftlichen Arbeitens. Die Studierenden erwerben im Rahmen des Moduls die Fähigkeit, regionalgeologische Gegebenheiten in Hinblick auf angewandte und umweltgeowissenschaftliche Fragestellungen aus der Literatur und im Gelände zu erheben. Die Studierenden vertiefen ihre im Verlauf des Studiums erworbene Geländeerfahrung und können geologische Untersuchungen gezielt auf eine angewandte Fragestellung ausrichten. Sie erlernen Arbeitsmethoden zur Projektierung und Gutachtenerstellung und erkennen, dass individuelle Arbeitsergebnisse sich in				

	der Regel auf Teilergebnisse, die im Team gewonnen wurden, stützen. Die Studierenden sind in der Lage, in begrenzter Zeit eine komplexe geowissenschaftliche Fragestellung unter den Voraussetzungen der örtlichen Gegebenheiten und unter Anwendung des bis dahin im Studium erworbenen Gesamtwissens zu bearbeiten.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Seminar zum Geländepraktikum Angewandte Geologie</u> : Studienleistung, Referat <u>Geländepraktikum Angewandte Geologie (PAG)</u> : Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Studienleistungen (Standardbewertungssystem); die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduleilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Geowissenschaftliche Spezialliteratur und -karten
10	Kommentar

Modulname Geländeübungen III					
Modul Nr. 11-02-2117	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 30 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus jedes Semester
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Zusätzliche Exkursionen und Geländetage (6 Tage)	3 CP	3 EK	3
2	Lerninhalt Eintägige oder mehrtägige Exkursionen oder Geländeübungen zu Themen der allgemeinen, regionalen oder angewandten Geologie, aus variierendem Angebot des Fachbereichs, zusätzlich zu den regelmäßig angebotenen Exkursionen und Geländeübungen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden begreifen geowissenschaftliche Grundlagen an Hand von Aufschlüssen und Geländeübersichten und erlangen vertiefte Fertigkeiten der geowissenschaftlichen Geländearbeit.				

4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung: Die Studierenden müssen die Teilnahme an Fachexkursionen oder Geländeübungen von zusammen mindestens 6 Tagen Dauer über entsprechende Exkursions- oder Geländeberichte nachweisen.
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem; die Modulnote errechnet sich aus den Einzelnoten der Exkursionen gewichtet nach ihrer Dauer in Tagen, analog zu dem in APB § 27 (5) beschriebenen Verfahren.
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. bis 6. Fachsemester und M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, alle Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, alle Fachsemester
9	Literatur Abhängig vom Exkursionsgebiet
10	Kommentar

Modulname Geländeübungen IV					
Modul Nr. 11-02-1470	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 150 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geologischer Kartierkurs III (10 Tage)	8 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt Vertiefung der selbständigen geologischen Aufnahme eines Geländes mit komplizierten Strukturen und besonderen Gesteinsassoziationen, insbesondere des Kristallin. Dokumentation und Analyse von Gesteinen und Detailstrukturen in einem Aufschluss und Interpretation im größeren geologischen Kontext. Einbeziehung aktueller regionaler Forschungsarbeit anhand von Fachartikeln (auch englischsprachig) und deren Durcharbeit vor dem Gelände-				

	kurs. Erstellen eines strukturierten und wissenschaftlich korrekten Fachberichts mit ausführlicher Beschreibung und Dokumentation der Geländebefunde. Ausarbeitung einer geologischen Karte und eines oder mehrerer geologischer Profile.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Aufbauend auf den in einem Bachelorstudium erworbenen Kompetenzen in der Geländearbeit Erwerb weiterer Methoden geowissenschaftlicher Geländearbeit. Fähigkeit zur selbständigen geologischen Aufnahme eines Geländes mit komplizierten geologischen Strukturen, insbesondere im Kristallin, und zum selbständigen Verfassen eines professionellen wissenschaftlichen Berichts.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Umgang mit Geoinformationssystemen (GIS)
5	Prüfungsform Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich. 5. oder 6. Fachsemester oder M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, alle Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, alle Fachsemester
9	Literatur Ad Hoc Arbeitsgruppe Geologie (2002): Geologische Kartieranleitung - Allgemeine Grundlagen.- Geologisches Jahrbuch, Reihe G, 135 S.; Stuttgart (Schweizerbart). Die weitere Literatur richtet sich nach der Region des Kartierkurses.
10	Kommentar Das Modul kann nur gewählt werden, wenn der <i>Geologische Kartierkurs III</i> nicht bereits im Bachelor absolviert wurde.

Modulname Geohydraulics and Well Construction					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2310	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Sass		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geohydraulics and Well Construction	6 CP	4 VÜ	4
2	Lerninhalt Basics of soils, water, and fluid flow; aquifer types and their parameters; Darcy's law and permeability; soil physics; pumping tests. Well types and well construction methods; well design; drilling techniques; long-term assessment.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The module aims at bringing students with different academic backgrounds (geosciences or engineering) to an equal level of fundamental knowledge in geohydraulics as well as well design and construction topics. The students acquire solid knowledge of geohydraulics and quantitative geohydraulic methods in hard rock. They are able to apply the methods they have learned and to assess their results. They are also able to design groundwater wells and plan their construction.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules				
9	Literatur Cushman, J.H. & Tartakovsky D.M. (2017): The Handbook of Groundwater Engineering, 3rd ed. Krusemann, G.P. & De Ridder, N.A. (1990): Analysis and evaluation of pumping test data.- 2nd ed., 377 p.; Wageningen (International Institute for Land Reclamation and Improvement).				
10	Kommentar				

Modulname					
Geoinformationssysteme II					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2248	3 CP	90 h	45 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	GeoInformationSystems II (GIS II)	3 CP	3 VÜ	3
2	Lerninhalt In-depth knowledge of the most relevant functions of the ArcGIS software, and their application in GIS-based multicriteria analyses and GIS-based geostatistical analyses using exemplary data sets. Furthermore mobile GIS functionalities will be introduced, like well databases (GeODin). GIS functionalities regarding geological 3D modeling will be addressed. In particular the class comprises the following aspects: - Database structures - Spatial Analyst - 3D Analyst - Geostatistical Analyst - Multicriteria Analyses - Automation of workflows, model builder, batch processing annotation - Web publishing with the ArcGIS Publisher & ArcReader - Introduction to well databases - Introduction to mobile GIS solutions (GIS-based field work)				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students understand the concepts and theory of Geoinformation Systems and are able to apply them on an advanced level - beyond the basic functions - for processing complex geoscientific questions and problems. In addition, the students acquire knowledge on the functionality of well databases (GeODin), how to query well information, and how to migrate the queried data to a GIS project. Through case studies and hands-on exercises, the students get significant practical training that enables them to improve soft skills such as organisational skills, team working skills, communication skills, and presentation skills.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: GIS-Vorkenntnisse				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. oder 3. Fachsemester				

	Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. oder 3. Fachsemester
9	Literatur Environmental Research Systems Institute Inc. (2002): ArcGIS manuals.- ESRI, Redlands, California. Greene, R.W. (2000): GIS in Public Policy – Using Geographic Information for More Effective Government.- 100 p.; Redlands, CA. (ESRI Press). Maidment, D.R. (ed., 2002): Arc Hydro – GIS for Water Resources.- 203 p.; Redlands, CA (ESRI Press). www.esri.com
10	Kommentar

Modulname					
Geoinformationssysteme III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2212	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch und Englisch			Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	3D-Strukturmodellierung (Gocad)	3 CP	2 VÜ	2
2	Lerninhalt				
	Im Rahmen des Moduls werden Grundkenntnisse im Umgang mit Gocad vermittelt. Gocad (Geological Objects Computer Aided Design) ist eine computergestützte Methode zur 3D-Modellierung geologischer Objekte und Lagerungsverhältnisse im Untergrund. Sie eignet sich im speziellen für geophysikalische, geologische und lagerstättenkundliche Anwendungen. Die Software ist in der Erdöl- und Ergasindustrie weit verbreitet und an deutschen Universitäten nur vereinzelt verfügbar. Das Aneignen von Kompetenz im Bereich 3D-Modellierung stellt im Hinblick auf berufliche Perspektiven, insbesondere im Bereich Rohstoffexploration, eine Schlüsselqualifikation dar. Die Veranstaltung umfasst folgende Grundlagen der 3D-Modellierung: - Grundlagen und Benutzeroberfläche - Interpolationsalgorithmen - Objekte: Digitalisieren, Editieren, Regionen, Eigenschaften - Datenimport: Georadardaten, Bilder, Bohrungen - Flächen: Konstruktion, Interpolation, Randbedingungen, Integration von Störungen - SGrid: Attributierung eines geologischen Körpers - Interoperabilität mit anderen PC Anwendungen (GIS, SKUA, Grundwassermodellierungsprogrammen). Erstellte 3D-Inhalte werden verschiedenen quantitativen Analysen zugeführt. So wird im Rahmen von Fallstudien z.B. das Potenzial für oberflächennahe Geothermie beschrieben.				

3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind mit grundsätzlichen Aspekten der 3D-Modellierung vertraut und in die Lage, selbstständig und zielführend verschiedene Daten in einer 3D-Modellierungsumgebung zu einem konsistenten räumlichen Bild der geologischen Lagerungsverhältnisse zu verarbeiten. Neben den programminternen Abläufen werden die Studierenden auch für existierende Schnittstellenprobleme zu anderen Anwendungen (z.B. ArcGIS) sensibilisiert. Erfolgreiche Teilnehmende können ein komplexes, in sich konsistentes, geologisches 3D-Modell auf der Basis unterschiedlicher Eingangsdaten mit der Software Gocad entwickeln.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: GIS-Vorkenntnisse
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftliche Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder schriftliche Hausarbeit (Bearbeitung einer Fallstudie)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur www.gocad.org
10	Kommentar

Modulname Geothermie II					
Modul Nr. 11-02-2215	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Sass		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geothermie II: Tiefe Systeme, Exploration und Reservoirtechnologien	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Hoch- und Niedrigenthalpiesysteme, Hydrothermale Systeme, Petrothermale Systeme, Enhanced Geothermal Systems (EGS), Exploration, Thermofazies, Thermophysikalische				

	Kennwerte, Geohydraulische Kennwerte, Geophysikalische Erkundung, Loggingverfahren und Reservoirtesting, Hydraulische und gebirgsmechanische Grundlagen der hydraulischen Stimulation, Fracking: Fluide und Mechanik, Spezialverfahren in der Reservoirstimulation.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln ein Verständnis verschiedener geothermischer Systeme bei unterschiedlichen Lagerstätten-/Reservoirbedingungen. Sie lernen mittels geowissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden unterschiedliche geothermische Reservoirsysteme zu beurteilen. Sie erwerben Fähigkeiten für das strukturelle Modellverständnis geologischer, geophysikalischer und geochemischer Konzepte zur Reservoircharakterisierung. Die Studierenden sind damit in der Lage, Fragestellungen zum Bereich tiefegeothermischer Energienutzung wissenschaftlich, aber auch praxisorientiert zu beurteilen und zu bearbeiten.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester M.Sc. Energy Science and Engineering
9	Literatur Stober, I. & Bucher, K. (2012): Geothermie.- 287 S.; Berlin, Heidelberg (Springer). Huenges, E. (Hrsg., 2010): Geothermal energy systems.- 464 S., Wiley. VBI (2013): Tiefe Geothermie – VBI-Leitfaden.- VBI-Schriftenreihe, 21, 120 S.; Berlin (VBI). DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants – Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition; Amsterdam (Elsevier).
10	Kommentar

Modulname					
Geothermie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2216	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Sass		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geothermie III: Analytische und numerische Berechnungsmethoden	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Grundlagen der statistischen Auswertung von Messdaten; Grundlagen der geostatistischen Regionalisierung von Messdaten (Variogramme, Kriging); Einführung in die Programmierung unter Verwendung von SCILAB/MATLAB; analytische Verfahren der Berechnung von Wärmeausbreitungsprozessen; Analytische Lösungen für Erdwärmesonden; Einführung in verschiedene Computerprogramme (i.W. FEFLOW) mit dem Ziel der Modellierung von Wärme- und Stofftransport; Modellkalibrierung; Berechnung von geothermischen Betriebs-szenarien (Erdwärmesonden, geothermische Brunnen, EGS).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen die Bedeutung der verschiedenen petrophysikalischen Parameter und wie diese für eine numerische Modellierung zu integrieren sind. Die Studierenden erwerben Kenntnisse und Fähigkeiten für den Umgang mit verschiedenen Computerprogrammen (Programmierung, Statistik, Regionalisierung, numerische Modellierung). Die Studierenden erwerben Kenntnisse der mathematischen Grundlagen numerischer Verfahren (FDM/FVM/FEM) und Fähigkeiten für ihre programmiertechnische Umsetzung. Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen zu analytischen und numerischen Verfahren der Berechnung von Wärmeausbreitungsprozessen im geologischen Untergrund. Die Studierenden erwerben maßgebliche Kompetenzen um eigenverantwortlich die Nutzung oberflächennaher und tiefer Geothermie im Modell numerisch/analytisch abbilden zu können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Geothermie II</i>				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester M.Sc. Energy Science and Engineering				
9	Literatur Vorlesungsskript Anderson, M.P. (2005): Heat as a Ground Water Tracer.- Ground Water, 43(6): 951-968, doi=10.1111/j.1745-6584.2005.00052.x Anderson, M.P. (2007): Introducing Groundwater Physics.- Physics Today, 60(5): 42-47, doi=10.1063/1.2743123				

10	Kommentar
----	-----------

Modulname Geothermie IV					
Modul Nr. 11-02-2217	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Sass		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme	4 CP	2 VL + 1 Ü	2
	2	Geothermisches Labor- und Feldpraktikum	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme:</u> Flachbohrtechnik, Zylinderquelle, eGRT, DTS, OFDR, Geologie, Mitteltiefe Systeme, Kopplung Solarthermie, Grundlagen der Rohrströmung, Baustoffe I: Zemente, Hinterfüllbaustoffe, Baustoffe II: Rohre, Planung großer Anlagen, Schadensfälle, QS-Maßnahmen, Flache und Mitteltiefe Speicher (Kaskadierung). <u>Geothermisches Labor- und Feldpraktikum:</u> Teufenbezogene Temperaturmessungen in Erdwärmesonden zur Temperaturprofilbestimmung, Thermal Response Test und Enhanced Thermal Response Test, Bohrkernaufnahme und Korrelation mit den Messergebnissen, Charakterisierung eines Aufschlusses mit Bohrkernentnahme, Bestimmung von geothermischen Kennwerten im Labor; Bearbeitung gestellter Aufgaben in Kleingruppen. Temperaturlogs, GRT; DTS, eGRT; Probennahme und Kluftaufnahme (Stereonet) im Aufschluss unter Gebirgspermeabilität; Permeameter; Thermoscanner; TK04 und LG-/WLF-Messgeräte; Porosimeter; Thermalwasseranalyse; Thermo-Triax-Vorführung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Erkenntnisse zu Planung, Bauüberwachung und Betrieb von oberflächennahen Anlagen. Qualitätsüberwachung, Baustoffe, Materialien und Herstellungsmethoden können im Sinne ingenieurpraktischer Anforderungen beurteilt und eingesetzt werden. Weiterhin können gekoppelte Systeme (Solarthermie, Photovoltaik, Speichertechnologien) beurteilt werden. Mathematische Prüf- und Überwachungsmethoden für den Untergrundteil werden eingehend erlernt. Darüber hinaus erwerben die Studierenden methodische Fähigkeiten auf dem Gebiet der oberflächennahen Geothermie (Erdwärmesonden), einschließlich Fähigkeiten für die selbständige Ausführung und Auswertung von geothermischen Feld- und Labormethoden, und damit die Kompetenz für die Planung und Bemessung oberflächennaher geothermischer Anlagen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Geothermie II</i>				

5	Prüfungsform <u>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme:</u> Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten, oder Hausarbeit <u>Geothermisches Labor- und Feldpraktikum:</u> Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>das Geothermische Labor- und Feldpraktikum</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. Energy Science and Engineering
9	Literatur DGGT EA Geothermie Leitfaden Stober, I. & Bucher, K. (2012): Geothermie.- 287 S.; Berlin, Heidelberg (Springer). VBI (2012): Oberflächennahe Geothermie – VBI-Leitfaden.- Berlin (VBI). VDI 4640, Blatt 1-4 (2000): Thermische Nutzung des Untergrundes.- Verein Deutscher Ingenieure, Berlin (Beuth Verlag).
10	Kommentar

Modulname Geothermie V					
Modul Nr. 11-02-2218	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 2 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Sass		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geothermie V: Bohr- und Kraftwerkstechnik	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Einführung in die Tiefbohrtechnik und geothermische Kraftwerkstechnik inklusive Vorstellung der wesentlichen Anlagenkomponenten und notwendigen Verfahrenstechnik: Drill Rigs I (Hook load, Hoisting, Top Drive, Drill String, Drill Pipe, Stabilizer, Bits, ROP), Drill				

	Rigs II (Mud System, Feststoffkontrollsystem, BOP), Well Completion (Casing, Cementation, Wellhead), Well Control (Well Hydraulics, Blowouts, Kill Methods), Trouble Shooting & Special Services (Fishing, Perforation, Fracking, Side Tracking, Coring), Drilling Operations (Directional Drilling, Mudmotors, MWD/LWD, UBD), Borehole Logging and Geophysical Measurements, 2D-3D-VSP Seismik; Risk Assessment; Thermodynamik für CHP/Kraftwerkstechnik; Dry Steam, Flash & Double Flash Geothermal Power Plants, Binary Cycles (ORC/Kalina, district heating).
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Tiefbohrverfahren und Kraftwerkstechnik, zugeschnitten auf die speziellen Anforderungen bei der Planung und Durchführung von geothermischen Tiefbohrungen und Kraftwerksprojekten. Sie damit in der Lage, sich im interdisziplinären Aufgabengebiet der tiefengeothermischen Planung und Auslegung mit Ingenieuren der Kraftwerks- und Bohrplanung qualifiziert austauschen zu können sowie eigenständige Bewertungen und Empfehlungen vorzunehmen.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Geothermie II</i>
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester M.Sc. Energy Science and Engineering
9	Literatur Huenges et al. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Yoseph Bar-Cohen (Editor) & Kris Zacny et al. (2009): Drilling in Extreme Environments.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Schaumberg, G. (1998): Bohrloch-Kontroll-Handbuch.- Bohrmeisterschule Celle Bellarby, J. (2009): Well Completion Design.- Elsevier Science Buja, H.-O. (2011): Handbuch der Tief-, Flach-, Geothermie- und Horizontalbohrtechnik.- DOI 10.1007/978-3-8348-9943-9_7, Vieweg+Teubner Verlag, Springer Fachmedien, Wiesbaden. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition, Elsevier, Amsterdam.
10	Kommentar Lern- (Lehrbücher) und Studienmaterialien (Vorlesungsfolien und Übungen) sind überwiegend in Englisch.

Modulname Geothermie VI					
Modul Nr. 11-02-2246	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 2 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Sass		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geothermie VI: Anorganische Chemie tiefer Grundwässer	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Messung, Interpretation, Nutzen und Anwendung physikochemischer, hydrochemischer und hydrologischer Kennwerte und deren Anwendung; Probenahme zu Laboranalysen; Auswertung und grafische Darstellung von Analyseergebnissen; Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Anwendung von Geothermometern; Wasserstoff- und Sauerstoffisotopenmethoden; historische Einführung in die Sole- und Thermalwassernutzung; Nutzung von Tracern. Diese Aspekte werden anhand praktischer Beispiele aus dem Oberrheingraben, dem Norddeutschen Becken, der Molasse und den Alpen dargestellt.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse im Umgang mit hydrogeologischen Daten, wie sie üblicherweise im Gelände gesammelt oder aus der Literatur entnommen werden. Sie können diese Daten selbst im Gelände aufnehmen, verarbeiten, interpretieren und grafisch darstellen. Ausgehend von zahlreichen Fallbeispielen lernen sie Kennwerte einzuordnen und hinsichtlich geothermaler Fragestellungen zu bewerten. Sie sind damit in der Lage, in der eigenen Masterarbeit und im späteren Berufsleben gängige hydrogeologische Methoden anzuwenden oder ggf. auf die jeweilige Fragestellung oder den Arbeitsauftrag anzupassen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Hydrochemie I, Geothermie II</i>				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Coldewey, W.G. & Göbel P. (2015): Hydrogeologische Gelände- und Kartiermethoden.- 221 S.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.				

	Hölting, B. & Coldewey, W.G. (2013): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- 438 S.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. Mattheß, G. (1994): Die Beschaffenheit des Grundwassers.- Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 2, 3. Aufl., 499 S.; Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart. Michel, G. (1997): Mineral- und Thermalwässer. Allgemeine Balneologie.- Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 7, 3. Aufl., 398 S.; Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
10	Kommentar

Modulname					
Grundwassermodellierung					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2219	6 CP	180 h	120 h	2 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Introduction to Groundwater Modelling	3 CP	2 VÜ	2
	2	Advanced Groundwater Modelling	3 CP	2 VÜ	2
2	Lerninhalt <u>Introduction to Groundwater Modelling</u> introduces basic theoretical principles of ground-water modelling. It will be discussed (i) what kind of groundwater models exist and what they are needed for, (ii) which mathematical concepts they are based on, (iii) what boundary and initial conditions are and (iv) which numerical solution methods exist. This will be accompanied by practical exercises on groundwater flow (MODFLOW), visualization and particle tracking (PMPATH), and solute transport (MT3D). <u>Advanced Groundwater Modelling</u> expands the basic knowledge, and model calibration (inverse modelling) using PEST is introduced. Afterwards there is an extensive group work in which a practical case is dealt with. Data pre- and post-processing for the case study is performed with ArcGIS.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students are able to independently develop a groundwater flow and transport model and to critically analyse it through implementation of a model calibration and sensitivity analysis. They are able to assess data needs for improving the model performance and therefore to suggest how to efficiently collect new field data. As groundwater models are powerful decision support systems, which constitute a nexus between human demand and sustainable resources management, in addition to the technical aspects of flow modeling the students will be sensitized for a responsible use of natural resources.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				

5	Prüfungsform <u>Introduction to Groundwater Modelling</u> : Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Advanced Groundwater Modelling</u> : Studienleistung, Hausarbeit (Fallstudie)
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Introduction to Groundwater Modelling</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>Advanced Groundwater Modelling</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduleilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Wang, H. and Anderson, M.P. (1995): Introduction to Groundwater Modeling - Finite Differences and Finite Element Methods, Elsevier Academic Press, San Diego. Rausch, R., Schäfer, W., Therrien R., Wagner C. (2005): Solute Transport Modelling – An Introduction to Models and Solution Strategies, Gebrüder Borntraeger Verlagbuchhandlung, Stuttgart. Hill, M. & Tiedeman, C. (2007): Effective Groundwater Model Calibration.- Wiley Inter-science.
10	Kommentar

Modulname					
Hydrochemie I					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2222	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch und Englisch			Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hydrochemistry	3 CP	2 VL	2
	2	Praktikum Hydrochemie	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt				
	<u>Hydrochemistry</u> : Ionic species in groundwater; ion balance; activity; solubility product; dissolution of gases in waters; the carbonate system; redox reactions; classification of waters;				

	water chemistry and geological formations; evolution of water chemistry; presentation and interpretation of groundwater analyses; Schoeller and Piper diagram; hydrochemical calculations using PHREEQC. <u>Praktikum Hydrochemie:</u> Laboranalyse von Wässern mittels IC (Anionen/Kationen), AAS (Metalle) sowie GC (organische Schadstoffe). Versuche zur Verteilung von (Schad)Stoffen zwischen den Umweltkompartimenten (Boden/Wasser/Luft).
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Grundlagen der Wasserchemie und können die Variablen, die die chemische Komposition eines natürlichen Wassers bestimmen, benennen und beurteilen. Sie verstehen, dass natürliche Wässer einer ständigen Interaktion mit Feststoffen unterliegen. In praktischer Arbeit werden die Studierenden zudem mit den Methoden zur Analytik von Wasserinhaltsstoffen vertraut. Mit dem in der Vorlesung erworbenen theoretischen Hintergrund und den im praktischen Laborteil erworbenen methodischen Fähigkeiten werden sie in die Lage versetzt, chemische Analysen von natürlichen Wässern auf ihre Plausibilität überprüfen und bewerten zu können.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Hydrochemistry:</u> Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Praktikum Hydrochemie:</u> Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Hydrochemistry</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Praktikum Hydrochemie</i>; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Domenico, P.A. & Schwartz, F.W. (1998): Physical and Chemical Hydrogeology.- 2. Aufl., 506 S.; New York (Wiley & Sons). Fetter, C.W. (1999): Contaminant Hydrogeology.- 500 S.; New Jersey (Prentice Hall). Stumm, W. & Morgan, J.J. (1995): Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters.- John Wiley & Sons. Rump, H.H. (1998): Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden.- 248 S.; Wiley-VCH. Skoog, D.A. & Leary, J.L. (1998): Instrumentelle Analytik.- 898 S.; Springer.
10	Kommentar

Modulname Hydrochemie II					
Modul Nr. 11-02-2223	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hydrogeochemistry	6 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Organic contaminants: occurrence and classification in soil and groundwater; physico-chemical parameters; distribution equilibria (Henry, Kow, Kd, Koc concepts); sorption isotherms; sorption kinetics; diffusion; contaminant transport in groundwater; non-aqueous phase liquids; inorganic contaminants: occurrence and classification in soil and groundwater; speciation, complex formation, stability diagrams; mobility; background values.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students acquire in-depth knowledge on the behaviour of contaminants in different environmental compartments, how to assess and evaluate environmental contaminations, and how to remove or reduce such contaminations. In particular, the students are able to evaluate the behaviour of inorganic and organic contaminants in groundwater as well as their transformation processes and to conclude on appropriate site investigation and remediation methods. They understand the impact of human activities on the environment, particularly the soil and water ecosystems, and evaluate socio-economic consequences (such as loss of soil function and water use, and costs of risk assessment and remediation activities).				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules				
9	Literatur Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P. & Imboden, D.M. (1996): Environmental organic chemistry.- Wiley, VCH.				

	Fetter, C.W. (1999): Contaminant Hydrogeology.- 500 p.; New Jersey (Prentice Hall). Appelo, C.A.J. & Postma, D. (2005): Geochemistry, Groundwater and Pollution.- Taylor and Francis.
10	Kommentar

Modulname Hydrogeologie II					
Modul Nr. 11-02-2224	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hydrogeology II	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Hydrogeologie II	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Hydrogeology II:</u> Groundwater systems (groundwater landscapes, karst aquifers, fractured rock aquifers), use of tracers in hydrogeology (conservative tracers, reactive tracers, evaluation of breakthrough curves), isotopes in hydrogeology (characterization of the water cycle, dating), groundwater development (average demand/peak demand, well construction, borehole measurements, pumping tests), groundwater monitoring (water framework directive, monitoring strategies, measuring networks), computer programs in hydrogeology (Surfer, Aqtesolv, Aquachem). <u>Praktikum Hydrogeologie II:</u> Pumpversuch, Auffüllversuch, Tracerversuch, Datenauswertung, Fehlerbetrachtungen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Hydrogeologie, insbesondere zum Verständnis von Grundwassersystemen. Sie werden befähigt Grundwassererschließungen zu planen und Monitoringkonzepte zu entwickeln und diese im Zusammenhang aktueller Gesetzgebung einzuordnen. Darüber hinaus wird die Nutzung von Standardsoftware in der Hydrogeologie erlernt und kritisch hinterfragt. Zudem erlangen die Studierenden methodische Fähigkeiten für die Durchführung und Auswertung von Versuchen zur Bestimmung wichtiger Aquiferkenngrößen. Sie werden in die Lage versetzt, entsprechende Versuche selbst zu planen und auszuführen. Sie werden befähigt die notwendigen Geräte auszuwählen und zu bedienen und unterschiedlichen Rahmenbedingungen anzupassen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Hydrogeology II:</u> Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Praktikum Hydrogeologie II:</u> Studienleistung, Bericht				

6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung für <i>Hydrogeology II</i> (Standardbewertungssystem) und benotete Studienleistung für das <i>Praktikum Hydrogeologie II</i> (Standardbewertungssystem); die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulelleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Domenico, P.A. & Schwartz, F.W. (1998): Physical and Chemical Hydrogeology.- 2nd ed., 506 p.; New York (Wiley & Sons). Hiscock, K.M. & Bense, V.F. (2014): Hydrogeology: Principles and Practice.- 2nd ed., 544 p.; Wiley. Hölting B. & Coldewey, W.G. (2019): Hydrogeology.- Springer. Brassington, F.C. (2006): Field Hydrogeology.- 276 p.; John Wiley & Sons.
10	Kommentar

Modulname					
Ingenieurgeologie II					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2226	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Henk		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Ingenieurgeologie II	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Ingenieurgeologie II	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt				
	<u>Ingenieurgeologie II:</u> Erkundung und Modellbildung: Geotechnische Kategorien, Planung von Erkundungsprogrammen, Trennflächenaufnahme, stereographische Projektionstechniken, Bohrungen, Sondierungen, Bohrlochgeophysik für ingenieurgeologische Zwecke, Ingenieurgeophysik, Reflexionsseismik, Darstellung der Erkundungsergebnisse in Untergrundmodellen. <u>Praktikum Ingenieurgeologie II:</u> Ingenieurgeologische Geländemethoden: Kartierung einer Felsböschung, Trennflächenaufnahme mit Geologenkompass und Maßband, Trennflächenaufnahme mit dem Laserscanner, Prüfhammer, Ultraschallmessungen, Probennahme mit				

	Kernbohrgerät.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Ingenieurgeologie, mit einem Schwerpunkt auf Erkundungsmethoden in Locker- und Festgesteinen. Dabei werden direkte und indirekte Verfahren sowohl zur Erkundung des flachen Untergrundes als auch bis in mehrere km Tiefe vorgestellt. Ziel ist die Erstellung eines Untergrundmodells als Grundlage für die weitere ingenieurgeologische Bearbeitung. In Vorlesung, Übung und Praktikum erwerben die Studierenden methodische Fähigkeiten zur Beurteilung von Labor- und Geländeparametern. Sie werden damit in die Lage gesetzt, Erkundungs- und Messdaten zu beurteilen und hinsichtlich ihrer Reproduzierbarkeit und Plausibilität einzuschätzen.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Ingenieurgeologie II</u> : Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Praktikum Ingenieurgeologie II</u> : Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Ingenieurgeologie II</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Praktikum Ingenieurgeologie II</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur Prinz, H. & Strauß, R. (2018): Ingenieurgeologie.- 6. Aufl., 915 S.; München (Springer Spektrum).
10	Kommentar

Modulname					
Ingenieurgeologie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2227	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Henk		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS

	1	Ingenieurgeologie III	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Ingenieurgeologie III	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Ingenieurgeologie III:</u> Labor- und in-situ-Versuche zur Bestimmung von fels- und gebirgsmechanischen Kennwerten, Spannungs- und Verformungsverhalten von Festgesteinen, Stoffgesetze und Bruchkriterien, Trennflächen und ihre mechanischen Eigenschaften, Standsicherheit von Felsböschungen und Kavernen, Gebirgsklassifikationen, Gebirgsspannungen, Messtechnik im Fels. <u>Praktikum Ingenieurgeologie III:</u> Durchführung felsmechanischer Standardversuche im Labor an Bohrkernen zur Bestimmung folgender felsmechanischer Kennwerte: Dichte (ρ), Prüfhammer (Rückprallwert), Ultraschallmessungen (E_{dyn} , v_{dyn}), Punktlastversuch (Punktlastindex), Uniaxialversuch (V , E_{stat} , v_{stat} , UCS), Spaltzugversuch (T_0), Triaxialversuch (C , μ).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Ingenieurgeologie der Festgesteine, mit einem Schwerpunkt auf der Ermittlung von Gesteins- und Gebirgsparametern. Die Studierenden erwerben methodische Fähigkeiten für die Durchführung von Laborversuchen zur Charakterisierung von Festgesteinen und Gebirge hinsichtlich des mechanischen Verhaltens und Spannungszustandes. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse derartiger Versuche zu beurteilen und hinsichtlich ihrer Reproduzierbarkeit und Plausibilität einzuschätzen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Ingenieurgeologie III:</u> Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Praktikum Ingenieurgeologie III:</u> Studienleistung, Bericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls				
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Ingenieurgeologie III</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Praktikum Ingenieurgeologie III</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduleilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Vallejo, L.G. & Ferrer, M. (2011): Geological Engineering.- 700 S.; CRC Press/Balkema. Wittke, W. (2014): Rock Mechanics Based on an Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM).- 875 S.; Wiley-VCH GmbH.				
10	Kommentar				

Modulname Ingenieurgeologie IV					
Modul Nr. 11-02-2202	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Henk		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Ingenieurgeologie IV	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Ingenieurgeologie IV	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Ingenieurgeologie IV:</u> Numerische Verfahren in der Ingenieurgeologie mit Schwerpunkt auf Finite-Elemente-Methoden, Grundlagen, allgemeiner Arbeitsablauf zur Erstellung mechanischer Berechnungsmodelle, Stoffgesetze und Materialparameter, Randbedingungen, Anwendung auf Felsböschungen, Tunnel und Kavernen, hydromechanische und poroelastische Modelle, Modellbildung auf Basis von seismischen (2D und 3D) und Bohrungsdaten, Anwendung auf Reservoirmodelle (Reservoirgeomechanik). <u>Praktikum Ingenieurgeologie IV:</u> Projektarbeit (rechnergestützte Modellierung) zum Thema 'Numerische Verfahren in der Ingenieurgeologie' mit Abschlusspräsentation.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse zur Erstellung von Untergrundmodellen auf Basis von Finite-Elemente-Methoden. Die Anwendungsbeispiele reichen dabei vom klassischen Felsbau (Felsböschungen, Tunnel und Kavernen) bis zur Reservoirgeomechanik, d.h. der Nutzung des tieferen Untergrundes für die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen, Tiefe Geothermie, CO ₂ -Speicherung und Endlagerung radioaktiver Abfälle. Die Studierenden erwerben methodische Fähigkeiten für die numerische Modellierung unter Einbeziehung relevanter geomechanischer Parameter und Randbedingungen und werden durch die Bearbeitung von Anwendungsbeispielen und praktische Projektarbeit in die Lage versetzt, ein komplexes, in sich konsistentes Untergrundmodell zur Berechnung von Spannungen und Deformation zu entwickeln und auszuwerten. Über die Projektarbeit erweitern die Studierenden zudem verschiedene Soft Skills wie Arbeitsorganisation, Team- und Kommunikationsfähigkeit und Präsentationsfähigkeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Ingenieurgeologie II, Ingenieurgeologie III</i>				
5	Prüfungsform Studienleistung, Bericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				

	Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur Zoback, M.D. (2010): Reservoir Geomechanics.- 461. S.; Cambridge University Press. Wittke, W. (2014): Rock Mechanics Based on an Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM).- 875 S.; Wiley-VCH GmbH.
10	Kommentar

Modulname					
Ingenieurgeologie V					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2201	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Henk		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hohlraumbau	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt				
	Grundbegriffe, Klassifikationen, Spritzbetonbauweise, maschinelle Bauweise, Tragwerkslehre, Messungen, besondere Randbedingungen, Projektabwicklung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse praktischer ingenieurgeologischer Fragestellungen und Arbeitstechniken bei der Herstellung von unterirdischen Bauwerken.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Ingenieurgeologie II, Ingenieurgeologie III</i>				
5	Prüfungsform				
	Fachprüfung, Klausur, 60 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung				
	Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls				
	M.Sc. Angewandte Geowissenschaften:				
	Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
	Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				

9	Literatur Girmscheid, G. (2008): Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau.- 2. Aufl., 713 S.; Ernst & Sohn.
10	Kommentar

Modulname Ingenieurgeophysik					
Modul Nr. 11-02-2228	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Georadar-Geländepraktikum	3 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt 3-D-Geländedatenaufnahme, 2-D- und 3-D-Datenauswertung, Bedienung unterschiedlicher Georadargeräte und Antennen, Datenprozessierung mit topographischer Korrektur, 1-D- und 2-D-Filterung, Migration, Zeit-Tiefen Konversion mit Hyperbel-Adaption, Common-Midpoint-Analyse und Local Moisture Sounding.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können das Potenzial des Georadars hinsichtlich Tiefe, Auflösung und Einfluss der Untergrundmaterialien einschätzen. Sie verstehen die theoretischen und praktischen Grundprinzipien und können das Einsatzpotenzial in der praktischen Untergrunderkundung einschätzen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung, schriftliche Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder Bericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				

9	Literatur Kursskript
10	Kommentar

Modulname Isotope Hydrology and Dating					
Modul Nr. 11-02-2229	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Isotope Hydrology and Dating	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt Natural and artificial isotopes, stable isotopes, radiogenic isotopes; isotopes in rivers, soils and groundwater; groundwater dating techniques; field sampling and laboratory methods; introduction to modeling of isotope signals.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have in-depth knowledge on isotopes methods and their use in solving hydrological and hydrogeological questions. They are also able to assess results acquired by these methods for their plausibility, reproducibility and error margins. Through the hands-on exercises, they gain soft skills such as team working skills, communication skills, and data presentation skills.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 60 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules				

9	Literatur Fritz, P. (1080): Handbook of Environmental Isotope Geochemistry.- New York.
10	Kommentar

Modulname					
Petrologie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2236	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Ferreiro Mählmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Einführung in die Tonmineralogie, niedrigstgradige Metamorphose in klastischen Sedimenten, niedrigstgradige Metamorphose in magmatischen Gesteinen, niedrigstgradige Metamorphose in karbonatischen Gesteinen. Einführung in die Kohlenpetrologie, Inkohlungsprozesse; Flüssigkeitseinschlüsse und Mikro-Thermobarometrie; radiogene Altersbestimmung in der Niedrigtemperaturpetrologie, Korrelationsmöglichkeiten verschiedener Methoden zur Bestimmung der Diagenese- und niedriggradigen Metamorphosehöhe, Bestimmung von Reaktionsfortschritten, numerische Modellierung, kinetische Modellierung, Diagenese-Metamorphosemuster in pelitischen, psammitischen und magmatischen Gesteinen, stabile Isotopengeochemie in niedrigstgradigen Metamorphiten, thermische Geschichte sedimentärer Becken, Kohlenwasserstoffprospektion, Beckenanalyse und Geothermie, geothermale und hydrothermale Systeme. Grundlagen und Theorie der Auflichtmikroskopie, Funktion und Handhabung des Auflichtmikroskops, Probenvorbereitung; Anwendung der Auflichtmikroskopie in der Kohlepetrologie, Mazerale der Kohle, Minerale in der Kohle, Inkohlungsgrade.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse der Prozesse der niedrig- und niedrigstgradigen Metamorphose und ihrer charakteristischen Mineralassoziationen und Gefügeausbildungen sowie der Prozesse der Diagenese und der Inkohlung. Sie erwerben methodische Kenntnisse und Fähigkeiten für die Analyse opaker Substanzen mit dem Auflichtmikroskop.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				

7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Angewandte Geowissenschaften, geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 5. Fachsemester oder M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur Frey, M. (1987): Low Temperature Metamorphism.- Blackie, Chapman and Hall, New York. Frey, M. & Robinson, D. (1999): Low-Grade Metamorphism.- Blackwell Science Ltd, Oxford. Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R. & Robert, P. (1998): Organic Petrology.- Gebrüder Bornträger, Berlin, Stuttgart. McIlreath, I.A. & Morrow, D.W. (1990): Diagenesis.- Geoscience Canada, Reprint Series 4, Runge Press Ltd., Ottawa. Naeser, N.D. & McCulloh, T.H. (1989): Thermal History of Sedimentary Basins. Methods and Case Histories.- Springer. Selley, R.C. (1998): Elements of Petroleum Geology.- Academic Press, San Diego.
10	Kommentar Das Modul kann nur gewählt werden, wenn der Kurs <i>Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie</i> nicht bereits im Bachelor absolviert wurde.

Modulname					
Polarisationsmikroskopie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-1359	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Ferreiro Mählmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Polarisationsmikroskopie III	6 CP	4 VÜ	4
2	Lerninhalt Vertiefung der Kenntnisse aus Polarisationsmikroskopie I und II; detaillierte mikroskopische Untersuchung von Vertretern verschiedener Gesteinsgruppen: Sedimentgesteine (Klassifikation, Detritus, Matrix, Zement, Drucklösung); magmatische Gesteine (Klassifikation, Kriterien für Magmatite, Kristallisationsabfolgen, Rheologie in Teilschmelzen); metamorphe Gesteine (Klassifikation und metamorphe Fazies, bruchhafte und duktile Deformationsgefüge, Mineralparagenesen und Mineralreaktionen, Verhältnis Blastese/Deformation); weiterhin: Entmischungsphänomene, retrograde Alterationen.				

	Folgende Gesteine werden mittels Dünnschliffserien unter Anleitung detailliert bestimmt (Auswahl kann variieren): Sandstein, Kalkstein (Oolith), Perlit, Rhyolith, Andesit/Basalt, Natronshonkinit, Kataklasite, Marmore, Glimmerschiefer, verschiedene Gneise, Grünschiefer, Amphibolit, Blauschiefer, Eklogit, Granit, Granodiorit, Gabbro.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der detaillierten Beschreibung von Gesteinsdünnschliffen mittels Polarisationsmikroskopie. Sie erlernen den sicheren Umgang mit der Fachnomenklatur und erhalten ein besseres Verständnis für im mikroskopischen Maßstab abgelaufene Prozesse. Sie sind damit in der Lage, ein Gestein mittels polarisationsmikroskopischer Untersuchung petrographisch einzuordnen und die Genese und Entwicklung des Gesteins zu rekonstruieren. Letztendlich können die Studierenden dann die im Mikroskop beobachteten Merkmale in einen größeren Kontext stellen (z.B. Druck-Temperatur-Deformations-Pfade bei Metamorphiten).
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Kenntnisse der Dünnschliffmikroskopie
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls B.Sc. Angewandte Geowissenschaften, geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 5. Fachsemester oder M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur Blenkinsop, T. (2000): Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Barker, A.J. (1998): Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures. Stanley Thornes Ltd., Oxford. Shelley, D. (1993): Igneous and metamorphic rocks under the microscope. Chapman & Hall, London. Vernon, R.H. (2004): A Practical Guide to Rock Microstructure.- Cambridge University Press, Cambridge.
10	Kommentar Das Modul kann nur gewählt werden, wenn der Kurs <i>Polarisationsmikroskopie III</i> nicht bereits im Bachelor absolviert wurde.

Modulname Praktikum Umweltgeowissenschaften					
Modul Nr. 11-02-2309	Kreditpunkte 10 CP	Arbeitsaufwand 300 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Seminar zum Praktikum Umweltgeowissenschaften	2 CP	2 SE	2
	2	Praktikum Umweltgeowissenschaften (PUG)	8 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt <u>Seminar zum Praktikum Umweltgeowissenschaften:</u> Das Seminar dient der inhaltlichen Vorbereitung des Praktikums Umweltgeowissenschaften. Die Studierenden stellen in Kurzvorträgen einzelne, während des Praktikums berührte Themen vor und diskutieren diese mit ihren Mitstudierenden. <u>Praktikum Umweltgeowissenschaften (PUG):</u> Es werden die in den absolvierten Lehrveranstaltungen erworbenen umweltgeowissenschaftlichen Kenntnisse anhand von Geländebeispielen und Methodenanwendungen im Gelände vertieft. Dazu gehören: Klimaschwankungen und quartäre Sedimentarchive, Abbildung von Umwelt- und Klimaänderungen in hochaufgelösten Seesedimentarchiven anhand von Proxy-Daten, atmogene Schadstoffe und deren Verbleib in Oberflächen- und Grundwässern, Filterfunktion bzw. Vulnerabilität von Böden, Aerosolmessungen, Depositionsmessungen, Trinkwassergewinnung und -aufbereitung, Nutzungskonflikte und Umweltschutz bei der Rohstoffgewinnung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können quartäre Landschaftsmorphologie und Sedimente paläoklimatisch einschätzen und geeignete Sedimentarchive für Umwelt- und Klimarekonstruktionen identifizieren. Sie kennen den grundlegenden Aufbau von Böden und deren Bedeutung für die Schutzfunktion des Grundwassers. Sie kennen moderne Monitoringmethoden für Aerosole und Luftschadstoffe. Sie kennen die Abläufe der Trinkwassergewinnung und -aufbereitung und können deren Einflussnahme auf natürliche Wasser- und Stoffkreisläufe einschätzen. Sie kennen Beispiele von Strategien zur Vermeidung von Nutzungskonflikten bei der Rohstoffgewinnung. Geländearbeit ist ein essentieller Bestandteil geowissenschaftlichen Arbeitens. Die Studierenden vertiefen ihre im Verlauf des Studiums erworbene Geländeerfahrung und können Geländeuntersuchungen gezielt auf eine umweltangewandte Fragestellung ausrichten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Seminar zum Praktikum Umweltgeowissenschaften:</u> Studienleistung, Referat <u>Praktikum Umweltgeowissenschaften (PUG):</u> Studienleistung, Bericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls				

7	Benotung Benotete Studienleistungen (Standardbewertungssystem); die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Kernbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur 11-02-2013
10	Kommentar

Modulname					
Quartärgeologie und Paläoklima					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2304	5 CP	150 h	90 h	2 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Quartärgeologie	3 CP	2 VL	2
	2	Quartärgeologie-Exkursion	2 CP	2 EK	2
2	Lerninhalt				
	<u>Quartärgeologie:</u> Stellung des Quartärs und dessen Klima in der Erdgeschichte, Ursachen von Eiszeiten, quartäre Archive und ihre Proxies, Besprechung der Klimabedingungen des Quartärs unter Betonung der jüngeren Kalt- bzw. Vereisungsphasen und die daraus abzuleitende Landschaftsentwicklung einschließlich spezieller glazialer, proglazialer und periglazialer Sedimentablagerungen. Überblick zur regionalen Quartärgeologie Süddeutschlands, Datierungsmethoden und stratigraphische Gliederung. <u>Quartärgeologie-Exkursion:</u> Exkursionsziele sind quartäre Sedimente im Oberrheingraben und Alpenvorland, die pleistozäne Mittelgebirgsvergletscherung im Südschwarzwald und aktive Gletschergebiete in den Alpen. Es werden v.a. folgende Inhalte vermittelt: Quartär-morphologische Phänomene und quartäre Sedimente, eiszeitliche Terrassengliederungen und Talentwicklungen, Soligelifluktion und andere Hangbewegungen, Murenkegel, periglaziale Phänomene, Beziehung Wasserchemie/quartäre Sedimente, Klimageschichte, aktuelle klimatische Wasserprobleme.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die Klimaprozesse, Klimaschwankungen, Datierungen und Sedimentarchive in quartären Lockergesteinen mit Schwerpunkt auf kaltzeitlichen Ablagerungsräumen (glazial, proglazial, periglazial, glaziolakustrin/-marin). Sie können die anthropogene Veränderung der postglazialen Landschaft durch Land-nutzungswechsel, Besiedlung und Flussbaumaßnahmen vor diesem natürlichen Hinter-grund einschätzen. Durch die Besprechung der komplexen Entwicklung des Klimasystems				

	im Känozoikum wird ein Verständnis für die natürliche Klimadynamik und ihre Ursachen geschaffen. Dieses Wissen ist die Grundlage für die Beurteilung zahlreicher geowissenschaftlicher, klimatischer und umweltgeotechnischer Fragestellungen.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Quartärgeologie</u> : Fachprüfung, Klausur, 60 Minuten <u>Quartärgeologie-Exkursion</u> : Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Quartärgeologie</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>Quartärgeologie-Exkursion</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Kernbereich, 1. und 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. und 2. Fachsemester
9	Literatur Benda, L. (Hrsg., 1995): Das Quartär Deutschlands.- Berlin (Borntraeger). Catt, J.A. (1992): Angewandte Quartärgeologie.- 358 S.; Enke. Ehlers, J. (2011): Das Eiszeitalter.- 363 S.; Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag). Ruddiman, W.F. (2008): Earth's climate - past and future.- 2. Aufl., 388 S.; New York (W.H. Freeman and Company). Schreiner, A. (1992): Einführung in die Quartärgeologie.- 257 S.; Stuttgart (Schweitzerbart).
10	Kommentar

Modulname					
Rasterelektronenmikroskopie (REM)					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-6310	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Ebert		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Rasterelektronenmikroskopie (REM)	3 CP	1 VL + 1 PR	2

2	Lerninhalt Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie, technischer Aufbau des REM, Wechselwirkung Elektron-Materie, Abbildung mit Sekundär- und Rückstreuelektronen, energie-dispersive Röntgenmikroanalyse, Environmental Scanning Electron Microscopy (ESEM).
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse der Festkörperanalytik als wichtige Methode der mineralogischen Untersuchung. Sie erlangen Fähigkeiten zum selbstständigen Einsatz der Rasterelektronenmikroskopie auf geowissenschaftliche Fragestellungen, zur eigenständigen Interpretation von REM-Abbildungen.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 60 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Reimer, L. (1985): Scanning Electron Microscopy.- Springer. Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Echlin, P., Joy, D.C., Fiori, C. & Lifshin E. (2003): Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis.- Springer.
10	Kommentar

Modulname					
Regionale Geologie					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2302	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geologie von Mitteleuropa	5 CP	4 VÜ	Ü

2	Lerninhalt Leitfaden ist die geodynamische Entwicklung Mitteleuropas auf der Grundlage moderner plattentektonischer Modelle. Dabei werden exemplarisch Daten aus der Sedimentologie (Sedimentbecken), Petrologie (Metamorphose), Strukturgeologie (Gebirgsbau), Geophysik (Krustenaufbau, Plattentektonik, Paläomagnetik), Geochemie (Magmatismus, Krustenentwicklung) und Geochronologie (Magmatismus, Krustenalter, Sedimentprovenienz, Stratigraphie) einbezogen. Die Vorlesung ist in vier Blöcke aufgeteilt: (i) Geologische Gliederung Europas und alte Krustenbildungsphasen (Bildung Baltischer Schild, cadomisch, kaledonisch), (ii) Variszischer Zyklus in Mitteleuropa (einschließlich Alpen), (iii) Mitteleuropäische Plattform (Deckgebirge bis känozoische Bruchtektonik und Magmatismus), (iv) Alpiner Zyklus (Entwicklung und Bau der Alpen ab dem Perm bis zur quartären Hebungs- und Erosionsgeschichte). In den Übungen werden geologische Karten, Profile und krustenskalige Schnitte aus Mitteleuropa diskutiert und teilweise selbst gezeichnet. Hinzu kommen Übungen zur Geochemie und Geochronologie und die Vorlage von Gesteinshandstücken. Fallweise können kleinere Geländebegehungen in der näheren Umgebung Darmstadts einbezogen werden.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse des geologischen Baus Mitteleuropas. Die Studierenden erweitern ihr in einem Bachelorstudiengang erworbenes grundlegendes Wissen über die regionalgeologischen Verhältnisse in Mitteleuropa. Sie wenden Kenntnisse aus der Sedimentologie, Petrologie, Strukturgeologie, Geophysik, Geochemie, Geochronologie/ Stratigraphie an und lernen, verschiedene Datensätze zu einem geodynamischen Gesamtmodell zu verbinden.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur McCann, T. (Ed., 2008): The Geology of Central Europe.- 2 Vols.; London (Geological Society). Meschede, M. (2018): Geologie Deutschlands – Ein prozessorientierter Ansatz.- 2. Aufl., 265 S.; Spektrum Akademischer Verlag. Park, G. (2015): Die Geologie Europas.- 184 S.; Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. Pfiffner, O.A. (2015): Geologie der Alpen.- 3. Aufl., 400 S.; Bern, Stuttgart, Wien (Haupt-Verlag).

	Schönenberg, R. & Joachim Neugebauer (1997): Einführung in die Geologie Europas.- 7. Aufl., 385 S.; Freiburg i. Br. (Rombach). Robert, C. & Bousquet, R. (2018): Geowissenschaften – Die Dynamik des Systems Erde.- 1016 S.; Springer Spektrum. Walter, R. (2007): Geologie von Mitteleuropa.- 7. Aufl., 511 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
10	Kommentar

Modulname Schlüsselqualifikationen					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2300	4 CP	120 h	60 h	1 Semester	jedes Semester
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Studiendekan/in		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geokolloquium	1 CP	2 KO	2
	2	Forschungskonzept	2 CP	-	-
	3	Forschungsseminar	1 CP	2 SE	2
2	Lerninhalt <u>Geokolloquium:</u> Vorstellung und Diskussion aktueller forschungsorientierter Themen aus den Geowissenschaften durch externe (überwiegend) oder institutseigene Referenten und Referentinnen. <u>Forschungskonzept:</u> Erstellen eines Forschungskonzepts und -plans in Einzelarbeit, in der Regel bezogen auf eine mögliche inhaltliche Ausrichtung der Masterarbeit. Ausgehend von einer geowissenschaftlichen Fragestellung werden auf Basis der passenden Literatur die geplante Methodik und (auch zeitliche) Organisation der Arbeit entwickelt und Vorschläge zur Analyse und Interpretation der zu erwartenden Ergebnisse gemacht. <u>Forschungsseminar:</u> Vorstellung und Diskussion laufender und/oder abgeschlossener Forschungsarbeiten einschließlich Masterarbeiten und Dissertationen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erlangen Einblick in die aktuelle geowissenschaftliche Forschung. Sie vertiefen ihre Kenntnisse über die Methoden wissenschaftlichen Arbeitens und sind in der Lage, wissenschaftliche Methoden auf geowissenschaftliche Fragestellungen anzuwenden. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, eigenständig einen Forschungsplan in Hinblick auf eine zukünftige Forschungsarbeit zu erstellen. Zudem sind die Studierenden befähigt, in fachlich und wissenschaftlich adäquater Form forschungsorientierte Inhalte mündlich zu präsentieren und wissenschaftlich zu diskutieren. Die Studierenden werden damit befähigt zu selbstständiger Problemlösefähigkeit und eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				

5	Prüfungsform <u>Geokolloquium</u> : Studienleistung Sonderform, regelmäßige Teilnahme (mindestens 75 %), nachzuweisen über Seminarpass <u>Forschungskonzept</u> : Schriftliche Prüfungsleistung: Vom Betreuer/von der Betreuerin der Masterarbeit akzeptiertes Forschungskonzept <u>Forschungsseminar</u> : Studienleistung Sonderform, regelmäßige Teilnahme (mindestens 75 %), nachzuweisen über Seminarpass
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Studienleistungen des Moduls
7	Benotung Unbenotete Studienleistungen (bestanden/nicht bestanden)
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften, Bereich Interdisziplinarität und Schlüsselqualifikationen, 3. Fachsemester
9	Literatur -
10	Kommentar

Modulname					
Sedimentgeologie II					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2336	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch und Englisch			Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Basin Analysis	3 CP	2 VL	2
	2	Geländepraktikum Sequenzstratigraphie	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt				
	<u>Basin Analysis:</u> Concepts of sequence stratigraphy, required data sets, seismic stratigraphy, classification of sedimentary basins, plate tectonic framework, subsidence, thermic evolution, filling pattern, diagenesis and evolution of porosity-permeability. Selected case studies with focus on reservoir geology, e.g. oil, gas, groundwater, and geothermal energy. <u>Geländepraktikum Sequenzstratigraphie:</u> In einem dreitägigen Geländekurs wird die Aufnahme und Analyse von Sedimenten in charakteristischen Aufschlüssen geübt und deren Stellung in der Beckenentwicklung (einschl. Sequenzstratigraphie) diskutiert. Dazu wird im Gelände die Sedimentfazies klassifiziert, georeferenzierte Aufschlusszeichnungen erstellt, sowie die natürliche gamma-Strahlung und magnetische Suszeptibilität gemessen. Alle				

	Daten und Beobachtungen werden in einem Bericht dokumentiert und eine zusammenfassende Interpretation durchgeführt. Zudem sollen die Studierenden eine qualitative Einschätzung der Reservoireigenschaften vornehmen. Bearbeitung der gestellten Aufgaben in Kleingruppen. Für jedes Fallbeispiel werden die Ergebnisse der Kleingruppen diskutiert und zu einem sequenzstratigraphischen Gesamtbild zusammengefügt. Die Fallbeispiele sind aus dem epikontinentalen Becken der germanischen Trias und dem tertiären Nordalpinen Vorlandbecken (Molasse).
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die Grundzüge moderner Methoden der Beckenanalyse, insbesondere Sequenzstratigraphie und Zykl stratigraphie. Sie erkennen Sedimentzyklen in Geländeaufschlüssen, können diese beschreiben, genetisch interpretieren und in einen größeren räumlichen und zeitlichen Zusammenhang stellen. Die Absolventen und Absolventinnen sind dadurch befähigt, realistische geologische Untergrundmodelle sowohl für klastische als auch karbonatische Sedimentgesteine auf verschiedenen Skalen zu entwerfen und dieses Wissen auf Georessourcen in Sedimentbecken wie Grundwasser, Kohlenwasserstoffe, Geothermie gezielt anzuwenden. Sie können entsprechende Geländeergebnisse in einem Fachbericht wissenschaftlich korrekt darstellen. Sie sind befähigt mit geophysikalischen Geländemessgeräten umzugehen.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform <u>Basin Analysis:</u> Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten <u>Geländepraktikum Sedimentologie:</u> Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Basin Analysis</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Geländepraktikum Sequenzstratigraphie</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Catuneanu, O. (2006): Principles of sequence stratigraphy.- 375 S.; Elsevier. Einsele, G. (2000): Sedimentary Basins.- 792 S.; Springer-Verlag. Füchtbauer, H. (Hrsg., 1988): Sedimente und Sedimentgesteine.- Sedimentpetrologie Teil II, 1141 S.; Stuttgart (Schweizerbart). Nichols, G. (2009): Sedimentology and Stratigraphy.- 2. Aufl., 432 S.; Oxford (Blackwell). Miall, A.D. (2000): Principles of Sedimentary Basin Analysis.- Heidelberg (Springer). Miall, A.D. (2016): Stratigraphy: A modern synthesis.- 471 S.; Springer.

	Schäfer, A. (2020): Klastische Sedimente - Fazies und Sequenzstratigraphie.- 2. Aufl., 684 S.; Spektrum Akademischer Verlag. Allen, P.A. & Allen, J.R. (2013): Basin Analysis - Principles and applications.- 3. Aufl., 632 S.; London (Blackwell).
10	Kommentar

Modulname Sedimentgeologie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2337	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Sedimentary Petrology and Provenance Analysis	2 CP	1 VL	1
	2	Microscopy of Sandstones	3 CP	2 Ü	2
2	Lerninhalt <u>Sedimentary Petrology and Provenance Analysis:</u> Source-to-sink-concept; sediment generation (climate, tectonics, source rocks); sediment dispersal (hydraulic considerations, sorting, maturity); diagenesis (compaction, porosity, cements); sandstone classification; provenance concepts and classifications; overview of methods (image analysis, point counting, heavy mineral analysis, single-grain geochemistry) as well as relevant statistics and software. <u>Microscopy of Sandstones:</u> Practical exercises; polarisation microscopy of quartz, feldspar, various lithic fragments, matrix and cement in thin sections; polarisation microscopy of the most common heavy minerals in strewn slides.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students know how to describe the genesis and composition of siliciclastic sediments and sedimentary rocks (especially of sands and sandstones) and their interpretation in the context of provenance, tectonics, climate and reservoir characteristics. They are able to identify various constituents of sediments or sedimentary rocks as well as their diagenetic modifications using the polarization microscope. The acquired knowledge is fundamental for various applications in reservoir geology, environmental analysis and geological research.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Kenntnisse der Polarisationsmikroskopie				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				

7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Mange, M. & Maurer, H.F.W. (1992): Heavy minerals in color.- 147 S.; Chapman & Hall. Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. (1987): Sand and Sandstones.- 553 S.; Springer-Verlag. Ulmer-Scholle, D., Scholle, P.A., Schieber, J. & Raine, R.J. (2015): A color guide to the petrography of sandstones, siltstones, shales and associated rocks.- AAPG memoir 109, 526 S.
10	Kommentar

Modulname					
Sedimentgeologie IV					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2338	5 CP	150 h	120 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch und Englisch			Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Sedimentologisches Geländepraktikum	5 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt Das Geländepraktikum führt an ausgewählten Sediment-Aufschlüssen und Bohrkernen in die Methode des Aufschluss-Analog-Verfahrens und die Ableitung eines reservoirgeologischen Modells ein. Dies beinhaltet: - Erstellen von sedimentologischen Profilen in Karbonaten und Klastika auf der Grundlage des Lithofazieskonzepts - Erhebung von Messdatensätzen entlang dieser Profile und Umgang mit folgenden Messgeräten: Spektrales Gamma-Ray zur Messung der natürlichen Radioaktivität, Kappameter zur Messung der magnetischen Suszeptibilität, portables XRF-Gerät zur Ermittlung des Elementspektrums von Substraten - Aufschlusswandkartierung zur quantitativen Erfassung von Architekturelementen - Umgang mit benzingetriebener Kernbohrmaschine und zugehörigen Beprobungskonzepten - Probenaufbereitung mit Gesteinssäge - Analyse der Kernproben im Labor bezüglich Porosität und Permeabilität - Ableitung von Sedimentzyklen				

3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Das sedimentologische Praktikum vermittelt die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten, die bei Abschlussarbeiten und im späteren Berufsbild bei der praktischen Geländearbeit, der Datenaufbereitung mit Softwareprogrammen (Zeichenprogramme, Tabellenkalkulation) und der gutachterlichen Aufbereitung erforderlich sind. Im Bericht wird besonders auf 'publikationsreife' Graphiken und eine präzise Auswertung geachtet.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: <i>Sedimentgeologie II</i>
5	Prüfungsform Studienleistung, Bericht
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung
7	Benotung Benotete Studienleistung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Stow, D.A.V. (2008): Sedimentgesteine im Gelände – Ein illustrierter Leitfaden.- 315 S.; Spektrum Akademischer Verlag. - [ISBN 978-3-8274-2015-2] Schäfer, A. (2019): Sequenzstratigraphie.- In: Klastische Sedimente; Berlin, Heidelberg (Springer Spektrum). - [https://doi.org/10.1007/978-3-662-57889-6_5]
10	Kommentar

Modulname					
Sedimentgeologie V					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2339	5 CP	150 h	105 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Erosion: Processes and Methods	5 CP	2 VL + 1 Ü	3
2	Lerninhalt				
	Repetition and consolidation of knowledge of basic earth surface processes (weathering, erosion, transport, deposition); description and quantification of erosion parameters with a				

	focus on water erosion; methods for measurements of erosion and sediment fluxes at various spatial and temporal scales (e.g. sediment traps, tracers, cosmogenic nuclides, sedimentary fingerprinting); erosion models on various scales (e.g., USLE, BQART); global importance of the sediment loads of fluvial systems; quantification of sediment budgets.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Students understand natural and anthropogenically amplified erosional processes and erosion rates at various temporal and spatial scales. They are familiar with relevant measurement and modelling techniques to quantify erosion. They are aware of the social, economic and ecologic consequences of erosional processes and are able to recommend and apply appropriate state-of-the-art techniques to case studies.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules
9	Literatur Allen, P.A. (1997): Earth surface processes.- 404 S.; Blackwell Science. Burbank, D.W. & Anderson, R.S. (2011): Tectonic geomorphology.- 2. Aufl., 472 S.; Wiley-Blackwell. Hinderer, M. (2012): From gullies to mountain belts: a review of sediment budgets at various scales.- Sedimentary Geology, 280: 21-59. Morgan, R.P.C. (2005): Soil erosion and conservation.- 3. Aufl., 316 S.; Wiley-Blackwell.
10	Kommentar

Modulname					
Tonmineralogie					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2238	5 CP	150 h	90 h	2 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Ferreiro Mählmann		

1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Basic Clay Mineralogy	3 CP	2 VÜ	2
	2	Applied Clay Mineralogy	2 CP	2 VÜ	2
2	Lerninhalt Structure of the phyllosilicates. Mineralogy, crystallography and geochemistry of clay minerals. Physical properties of clay minerals. Clay minerals in soil science, for soil improvement in land use, and their distribution in the soils. Diagenesis and low-temperature petrology of clay minerals, paleogeothermometry. Clay minerals and clays in construction, in the production of ceramic materials, and in various other geological, technical, medical, and pharmaceutical areas of use. In addition, a reference is made to climate research and soil formation (with a focus on the tropics), to groundwater protection, to the prospecting of clay deposits, and to the exploration of hydrocarbons.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have a sound understanding of the specific role of clays and clay minerals in different fields of geosciences and their use in geotechnical and environmental engineering.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Kernbereich, 2. und 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules				
9	Literatur Velde, B. (1992): Introduction to Clay Minerals. - 159 S.; Chappman & Hall. Jasmund, K. & Lagaly, L. (1993): Tonminerale und Tone. - 490 S.; Darmstadt (Steinkopf Verlag). Velde, B. (1995): Origin and Mineralogy of Clays. Clays and the Environment. - 334 S.; Springer. Rule, A.C. & Guggenheim, S. (2002): Teaching Clay Science. - CMS Workshop Lectures, 11, 223 S.; The Clay Minerals Society, Aurora, CO.				
10	Kommentar				

Modulname					
Tracer Techniques					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2239	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Tracer Techniques	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt Types of tracers (isotopes tracer, chemical tracer, microbiological tracer, fluorescence dyes), application of artificial tracers in field tests, analysis of tracer breakthrough curves, tracer mixing models; measurement of tracer concentrations in the lab and in the field; transport modelling; technical aspects and examples of applications of tracer studies; planning of environmental tracer campaigns.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students have in-depth knowledge on tracer techniques and their use in solving hydrological and hydrogeological questions. They are also able to assess results acquired by these methods for their plausibility, reproducibility and error margins. They are able to plan and organize a tracer test, including preparation of a permit application for a tracer test. Through the hands-on exercises they gain soft skills such as team working skills, communication skills, and data presentation skills.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung, schriftliche Hausarbeit (Fallstudie)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Studienleistung				
7	Benotung Benotete Studienleistung , Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester M.Sc. TropHEE, Elective Modules				
9	Literatur Käss, W. (1998): Tracing Technique in Geohydrology.- Balkema, Rotterdam.				
10	Kommentar				

Modulname Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)					
Modul Nr. 11-02-6320	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Kleebe		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	3 CP	2 VÜ	2
2	Lerninhalt Einführung in die Transmissionselektronenmikroskopie, technischer Aufbau des TEM, Wechselwirkung Elektron/Materie, Beugung, konvergente Beugung, Hellfeld-, Dunkelfeldabbildung, Kontrastentstehung an Defekten, Phasenkontrast, Hochauflösung, Interpretation von TEM-Abbildungen (in Hinblick auf Gefüge-Eigenschafts-Korrelation).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse der Festkörperanalytik als wichtige Methode der mineralogischen Untersuchung. Sie erlangen Fähigkeiten zum selbstständigen Einsatz von TEM auf geowissenschaftliche Fragestellungen, zur eigenständigen Interpretation von TEM-Abbildungen, sowie zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit und Plausibilität der Daten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
9	Literatur Williams D.B. & Carter, C.B. (1996): Transmission Electron Microscopy.- Kluwer Academic/ Plenum Publ. Reimer, L. (2006): Transmission Electron Microscopy. Physics of Image Formation and Microanalysis.- 4. Aufl.; Berlin (Springer).				
10	Kommentar				

Modulname Umwelt und Gesundheit					
Modul Nr. 11-02-2312	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 2 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Umwelt und Gesundheit I	3 CP	2 VL	2
	2	Umwelt und Gesundheit II	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt <u>Umwelt und Gesundheit I:</u> Kurze Einführung in die Epidemiologie; kurze Einführung in die Toxikologie; Metalle in der Umwelt am Beispiel von Arsen und Blei. <u>Umwelt und Gesundheit II:</u> Luftverschmutzung unter besonderer Berücksichtigung von Partikeln; Umweltradioaktivität und Radon; organische Schadstoffe in der Arktis.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln grundlegendes Verständnis der Komplexität der gesundheitlichen Auswirkungen von Schadstoffen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, Klausur, 90 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeowissenschaften": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester				
9	Literatur Rothman, K.J. (2002): Epidemiology: An Introduction.- 223 S.; Oxford University Press. Marquardt, H., Schäfer, S.G. & Barth, H. (2019): Toxikologie.- 1458 S., 4. Auflage, WVG. Siehl, A. (1996): Umweltradioaktivität.- 411 S.; Ernst & Sohn. Zeeb, H. & Shannoun, F. (2009): WHO Handbook on Indoor Radon.- 95 S., WHO. Mushak, P. (2011): Lead and Public Health.- 980 S., Elsevier. Nordberg, G.F., Fowler, B.A. & Nordberg, M. (2015): Handbook on the Toxicology of Metals.- 4. Edition, 2 Volumes, 576 pp. (Vol. 1) + 1416 pp. (Vol. 2); Academic Press.				
10	Kommentar				

Abschlussmodul

Modulname Master-Thesis					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-5003	30 CP	900 h	900 h	1 Semester	-
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Vorsitzende/r der Prüfungskommission		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Master-Thesis	24	Thesis	-
	2	Kolloquium	6	Kolloquium	-
2	Lerninhalt Themenstellung aus den Schwerpunktfächern der von den Studierenden gewählten Vertiefungsrichtung. In der Master-Thesis vertiefen die Studierenden die in den absolvierten Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse und wenden erlernte Fähigkeiten auf konkrete wissenschaftliche Fragestellungen an. Unter individueller Anleitung und Betreuung wird ein Teilproblem aus einem Forschungs- oder Industrieprojekt bearbeitet. Fragestellungen und Ergebnisse werden in der Abschlussarbeit schriftlich dokumentiert und kritisch interpretiert und diskutiert sowie in einem mündlichen Kolloquium präsentiert.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, unter Verwendung der erlernten Handwerkszeuge geowissenschaftliche Fragestellungen und Lösungsmöglichkeiten zu erkennen und zu bearbeiten. Zudem sind sie befähigt, die Ergebnisse in fachlich und wissenschaftlich adäquater Form schriftlich darzustellen und mündlich zu präsentieren. Die Studierenden erwerben außerdem die Fähigkeit, schöpferisch handeln zu können, z.B. um neuartige Erkenntnisse, Methoden und Problemlösungen zu entwickeln. Die Absolventen und Absolventinnen erlangen so die Kompetenz zu einer selbständigen Bearbeitung, Dokumentation und Präsentation von fachlichen Fragestellungen in den Angewandten Geowissenschaften unter Anwendung der im Studium erworbenen Fertigkeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Die Voraussetzungen für die Zulassung zur Master-Thesis sind in den Ausführungsbestimmungen zu § 23 (2) "Abschlussarbeit – Voraussetzungen" der Studienordnung geregelt.				
5	Prüfungsform Abschlussarbeit (Thesis), schriftliche Fachprüfung Kolloquium, Studienleistung, mündliche Präsentation und Diskussion, 45 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Fachprüfung und Studienleistung				
7	Benotung Benotete Abschlussarbeit, Standardbewertungssystem, 80 % der Modulnote; benotetes Kolloquium, Standardbewertungssystem, 20 % der Modulnote				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften, 4. Fachsemester				

9	Literatur Abhängig vom Thema der Master-Thesis
10	Kommentar