
Master of Science Angewandte Geowissenschaften

Modulhandbuch



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Inhalt

Inhalt	1
Abkürzungen	2
Übersicht der Modulstruktur	3
Modulbeschreibungen M.Sc. Angewandte Geowissenschaften	5
Aerosole	5
Angewandte Mineralogie I	6
Angewandte Mineralogie II	7
Angewandte Mineralogie III	8
Atmosphäre II	9
Atmosphäre III	11
Biogeochemie und Stoffkreisläufe	12
Geoinformationssysteme II	13
Geoinformationssysteme III	15
Geologie V	16
Geologie von Mitteleuropa	17
Geothermie II	18
Geothermie III	20
Geothermie IV	21
Geothermie V	23
Grundwassermodellierung	24
Hauptgeländeübung II zur Angewandten Geologie	26
Hauptgeländeübung II zur Umweltgeochemie	27
Hydrochemie	28
Hydrogeochemie	30
Hydrogeologie II	31
Hydrogeologie III	32
Ingenieurgeologie II	33
Ingenieurgeologie III	34
Ingenieurgeologie IV	36
Ingenieurgeologie V	37
Ingenieurgeophysik	38
Isotopes Hydrology and Dating	39
Metallische Lagerstätten	40
Methoden der Angewandten Mineralogie I	41
Methoden der Angewandten Mineralogie II	43
Methoden der Angewandten Mineralogie III	44
Paläoklimatologie und Erdoberflächenprozesse	45
Petrologie III	47
Petrologie IV	48
Schlüsselqualifikationen	49
Sedimentgeologie II	51
Tonmineralogie	52
Tracer Techniques	54
Umwelt und Gesundheit	55
Water Treatment	56
Master-Thesis	57

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

Übersicht der Modulstruktur

Vertiefungsrichtung Angewandte Geologie

CP	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
1	Interdisziplinäre Wahlpflichtfächer	Hydrogeologie II	Schlüsselqualifikationen	Masterarbeit
2				
3				
4	Geologie V Mitteleuropa & Quartärgeologie	Sedimentgeologie II		
5				
6	Ingenieurgeologie II	Hauptgeländeübung II Angewandte Geologie		
7				
8				
9	Geothermie II			
10				
11	Hydrochemie			
12				
13				
14	Wahlpflichtbereich Angewandte Geologie			
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

- A Interdisziplinarität und Schlüsselqualifikationen (mind. 11 CP)
- B Kernbereich Angewandte Geologie (41 CP)
- C Wahlpflichtbereich Angewandte Geologie (mind. 38 CP)
- D Masterarbeit (30 CP)

Wahlpflichtbereich Angewandte Geologie (mind. 38 CP aus C1, C2 und/oder C3)

CP	Name des Moduls	Semester
C1 Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich		
6	Biogeochemie und Stoffkreisläufe	1. Sem. (WiSe)
5	Hydrogeochemie	2. Sem. (SoSe)
6	Grundwassermodellierung	2. Sem. (SoSe)
3	Hydrogeologie III	3. Sem. (WiSe)
3	Isotopes Hydrology and Dating	3. Sem. (WiSe)
3	Tracer Techniques	3. Sem. (WiSe)
3	Water Treatment	3. Sem. (WiSe)
5	Ingenieurgeologie III	2. Sem. (SoSe)
5	Ingenieurgeologie IV	3. Sem. (WiSe)
3	Ingenieurgeologie V	3. Sem. (WiSe)
5	Geothermie III	2. Sem. (SoSe)
6	Geothermie IV	2. Sem. (SoSe)
5	Geothermie V	3. Sem. (WiSe)
3	Ingenieurgeophysik	2. Sem. (SoSe)
5	Tonmineralogie	2. Sem. (SoSe)
6	Geoinformationssysteme II	3. Sem. (WiSe)
3	Geoinformationssysteme III	3. Sem. (WiSe)
C2 Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich		
3	Angewandte Mineralogie I	1. Sem. (WiSe)
6	Angewandte Mineralogie II	1. Sem. (WiSe)
3	Angewandte Mineralogie III	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie I	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie II	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie III	3. Sem. (WiSe)
5	Petrologie III	2. Sem. (SoSe)
5	Petrologie IV	3. Sem. (WiSe)
3	Metallische Lagerstätten	3. Sem. (WiSe)
5	Atmosphäre II	1. Sem. (WiSe)
3	Atmosphäre III	2. Sem. (SoSe)
3	Umwelt und Gesundheit	3. Sem. (WiSe)
6	Aerosole	1. Sem. (WiSe)
3	Exkursionen und Geländeübungen	1. - 3. Sem.
C3 Disziplinärer Wahlpflichtbereich (max. 9 CP)		
9	Weitere vertiefungsspezifische Inhalte aus dem Angebot der TU	1. - 3. Sem.

Vertiefungsrichtung Umweltgeochemie

CP	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
1	Interdisziplinäre Wahlpflichtfächer		Schlüsselqualifikationen	Masterarbeit
2				
3				
4	Biogeochemie & Stoffkreisläufe	Hydrogeologie II	Disziplinärer Wahlpflichtbereich	
5				
6	Atmosphäre II	Hydrogeochemie		
7				
8	Paläoklimatologie und Erdoberflächenprozesse	Tonmineralogie		
9				
10				
11	Hydrochemie	Hauptgeländeübung II Umweltgeochemie		
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

A Interdisziplinarität und Schlüsselqualifikationen (mind. 11 CP)
 B. Kernbereich Umweltgeochemie (42 CP)
 C. Wahlpflichtbereich Umweltgeochemie (mind. 37 CP)
 D. Masterarbeit (30 CP)



Wahlpflichtbereich Umweltgeochemie (mind. 37 CP aus C1, C2 und/oder C3)

CP	Name des Moduls	Semester
C1 Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich		
6	Grundwassermodellierung	2. Sem. (SoSe)
3	Hydrogeologie III	3. Sem. (WiSe)
3	Isotopes Hydrology and Dating	3. Sem. (WiSe)
3	Tracer Techniques	3. Sem. (WiSe)
3	Water Treatment	3. Sem. (WiSe)
5	Sedimentgeologie II	2. Sem. (SoSe)
3	Ingenieurgeophysik	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie I	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie II	2. Sem. (SoSe)
6	Methoden der Angewandten Mineralogie III	3. Sem. (WiSe)
3	Atmosphäre III	2. Sem. (SoSe)
3	Umwelt und Gesundheit	3. Sem. (WiSe)
6	Aerosole	1. Sem. (WiSe)
6	Geoinformationssysteme II	3. Sem. (WiSe)
C2 Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich		
3	Geologie von Mitteleuropa	1. Sem. (WiSe)
5	Ingenieurgeologie II	1. Sem. (WiSe)
5	Ingenieurgeologie III	2. Sem. (SoSe)
5	Ingenieurgeologie IV	3. Sem. (WiSe)
3	Ingenieurgeologie V	3. Sem. (WiSe)
5	Geothermie II	1. Sem. (WiSe)
5	Geothermie III	2. Sem. (SoSe)
6	Geothermie IV	2. Sem. (SoSe)
5	Geothermie V	3. Sem. (WiSe)
3	Angewandte Mineralogie I	1. Sem. (WiSe)
6	Angewandte Mineralogie II	1. Sem. (WiSe)
3	Angewandte Mineralogie III	2. Sem. (SoSe)
5	Petrologie III	2. Sem. (SoSe)
5	Petrologie IV	3. Sem. (WiSe)
3	Metallische Lagerstätten	3. Sem. (WiSe)
3	Geoinformationssysteme III	3. Sem. (WiSe)
3	Exkursionen und Geländeübungen	1. - 3. Sem.
C3 Disziplinärer Wahlpflichtbereich (max. 9 CP)		
9	Weitere vertiefungsspezifische Inhalte aus dem Angebot der TU	1. - 3. Sem.

Modulbeschreibungen M.Sc. Angewandte Geowissenschaften

Modulname Aerosole					
Modul Nr. 11-02-2203	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 60 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	Aerosolmesstechnik	3 CP	2 VL	2
	2	Praktikum Aerosolcharakterisierung	3 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt <u>Aerosolmesstechnik</u> : Messung der Anzahlkonzentration; Messung der Größenverteilung; Bestimmung der Massenkonzentration; Messung der chemischen Zusammensetzung; Einzelpartikelanalyse. <u>Praktikum Aerosolcharakterisierung</u> : Probennahme; Filter; Impaktoren; optische Partikelzähler; Kondensationszähler; elektronenmikroskopische Einzelpartikelanalyse; Datenauswertung; Bearbeitung gestellter Aufgaben in Kleingruppen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über Aerosole in der Atmosphäre und methodische Fähigkeiten zur Messung und Charakterisierung von atmosphärischen Aerosolen. Die Studierenden werden in die Lage gesetzt, atmosphärische Aerosolpartikel mit im Fachgebiet Umweltmineralogie vorhandenen Methoden zu charakterisieren und die Bedeutung der Aerosole für die klimatischen Vorgänge einzuschätzen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Aerosolmesstechnik</u> : Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Praktikum Aerosolcharakterisierung</u> : Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls				
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Aerosolmesstechnik</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Praktikum Aerosolcharakterisierung</i> ; die Modulnote errechnet sich aus dem Mittelwert der Noten der Moduleilleistungen.				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. und 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. und 2. Fachsemester				

9	Literatur Baron, P.A. & Willeke, K. (2005): Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications.- Wiley & Sons. Vincent, J.H. (2007): Aerosol Sampling.- Wiley & Sons. Goldstein et al. J.I. (2003): Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis.- Plenum Press.
10	Kommentar

Modulname					
Angewandte Mineralogie I					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2205	3 CP	90 h	60 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Kinetik von Festkörperreaktionen	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt				
	Einführung in die Reaktionskinetik, Kinetik von Phasenumwandlungen in Festkörpern, Kinetik metamorpher Reaktionen, Kinetik von Oxidationsreaktionen, Keimbildung, Kristallwachstum, Diffusion, Kinetik von Entmischung und Vergrößerung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über die Kinetik von Reaktionen in Festkörpern anhand von Beispielen aus der Angewandten Mineralogie und Petrologie.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Keine				
5	Prüfungsform				
	Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				

9	Literatur Atkins, P.W. (1994): Physikalische Chemie, VCH Kofstad, P. (1988): High Temperature Corrosion, Elsevier Kretz, K. (1994): Metamorphic Crystallization, John Wiley & Sons Putnis, A. (1992): Introduction to Mineral Sciences, Cambridge University Press
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 VL	2
	2	Mineralische Rohstoffe und technische Anwendungen	3 CP	2 VL	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 technische Anwendungen:</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 Verständnisses der Zusammenhänge zwischen Herstellung, Phasenbestand, Gefügeausbildung und resultierenden Materialeigenschaften befähigt.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur Jaffe, H.W.: Crystal Chemistry and Reactivity. Buchanan & Park (1997): Materials Crystal Chemistry. 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 Mineralien	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 Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung
7	Benotung Benotete Fachprüfung, bildet die Modulnote.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Strunz, H. & Nickel, E. (2001): Strunz Mineralogical Tables.- 9th Edition. Chemical-Structural Mineral Classification System.- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Klockmann, F. (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie.- Ferdinand Enke Verlag.
10	Kommentar

Modulname Atmosphäre II					
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 Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Atmosphärenchemie	3 CP	2 VL	2
	2	Seminar Luftverschmutzung	2 CP	2 SE	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, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Seminar Luftverschmutzung</u> : Studienleistung Seminarvortrag
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung sowie regelmäßige Teilnahme am Seminar (mind. 80 %) und Annahme des Seminarvortrags
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 Modultelleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 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 III					
Modul Nr. 11-02-2209	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Einführung in die Meteorologie	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt Meteorologische Grundelemente, Strahlung und Strahlungshaushalt, Zusammensetzung und Struktur der Atmosphäre, Wasser in der Atmosphäre, ruhende und bewegte Atmosphäre, Dynamik und allgemeine Zirkulation.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über meteorologische Prozesse.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Liljequist, G.H. & Cehak, K. (2006): Allgemeine Meteorologie.- 3. Aufl., 412 S.; Berlin (Springer). Roedel, W. (2000): Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre.- 3. Aufl., 498 S.; Berlin (Springer).				
10	Kommentar				

Modulname Biogeochemie und Stoffkreisläufe					
Modul Nr. 11-02-2210	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 2 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person N.N.		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Biogeochemie	3 CP	2 VL	2
	2	Globale Stoffkreisläufe	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt <u>Biogeochemie:</u> Thermodynamik und Kinetik des Kohlenstoffsystems, vor allem in der Hydrosphäre (Flüsse, Seen, Grundwasser, Ozeane) und der Interaktion mit den Nährstoffen. Photosynthese und Respiration, Kalklösung und -fällung, aerobe und anaerobe Verhältnisse, Biomineralisation, Geschichte der Chemie des Ozeans und der Bedeutung für die Evolution. <u>Globale Stoffkreisläufe:</u> Grundlagen der geologischen Kreisläufe (Terminologie, Halbwertszeiten, Steady State, Quellen und Senken) unter Berücksichtigung der Kompartimente Lithosphäre, Biosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre; Wasserkreislauf, Kohlenstoffkreislauf, Nährstoffkreisläufe; Auswirkungen von Änderungen in den Stoffkreisläufen im Kontext von Global Change werden diskutiert.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Wissen über und Verständnis für die wichtigsten biogeochemischen Reaktionen und Prozesse im Wechselbereich von Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre. Die Studierenden sind in der Lage, langfristige Prozesse in der Umwelt zu erkennen, zu verstehen und zu beurteilen, und kurzfristige Prozesse im Rahmen langfristiger Entwicklungen einzuordnen. Die Studierenden entwickeln ein Bewusstsein für geowissenschaftliche Zusammenhänge und können die Folgen von Eingriffen in das System Erde beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Kernbereich, 1. Fachsemester				

9	<p>Literatur</p> <p>Baskin, V.N. & Howarth, R.W. (2002): Modern Biogeochemistry.- 561 S.; Dordrecht (Kluwer Academic Publishers).</p> <p>Bolin, B., Degens, E.T., Kempe, S. & Ketner, P. (1979): The Global Carbon Cycle, SCOPE 13. - 491 S.; Chichester (Wiley & Sons).</p> <p>Degens, E.T. (1989): Perspectives on Biogeochemistry.- 423 S.; Berlin.</p> <p>Butcher, S.S. et al. (1992): Global Biogeochemical Cycles.- 379 S.; London (Academic Press).</p> <p>Schlesinger, W.H. (1991): Biogeochemistry, an Analysis of Global Change.- 588 S.; Amsterdam (Academic Press).</p> <p>Sigg, L. & Stumm, W. (1996): Aquatische Chemie.- 498 S.; Zürich, Stuttgart (Hochschulverlag AG und Teubner).</p> <p>Lozan, J.L., Graßl, H. & Hupfer, P. (1998): Warnsignal Klima, das Klima des 21. Jahrhunderts.- Wissenschaftliche Auswertungen, 464 S. Hamburg.</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulname					
Geoinformationssysteme II					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2211	6 CP	180 h	105 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Englisch			Lehné		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	GeoInformationSystems II (GIS II)	3 CP	3 PR	3
	2	Remote Sensing	3 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt				
	<p><u>GeoInformationSystems II (GIS II)</u>: 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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) <p><u>Remote Sensing</u>: The class is subdivided in two parts: Part 1 offers an introduction to</p>				

	remote sensing techniques by the use of aerial images. Practical exercises comprise drawing and interpreting of valley systems and geology as well as the determination of quantitative data (e.g. difference in elevation, thickness of bed and strike and slip). Part 2 gives insight in utilizing satellite data in order to address geoscientific questions, e.g. mapping of land use, land use changes, geological features, evaluation of geo-potentials. Furthermore it is intended to link remote sensing and GIS II by using joint case studies and tasks which require combination of knowledge from both disciplines.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students understand the concepts and theory of Geoinformation Systems and are enabled to apply them on an advanced level - beyond the basic functions - for processing complex geoscientific questions and problems. In addition the students acquire knowledge of the functionality of well databases (GeODin), and how to query well information and migrate the queried data to a GIS project. In addition, the students acquire fundamental knowledge of methods in surveying and remote sensing. They are enabled to work within a stereoscopic model, to extract quantitative data of aerial photographs, and to transfer geological and geographical data into a Geoinformation System (GIS). Through case studies and hands-on exercises the students get significant practical training which 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; fakultative Prüfungsform, z.B. schriftliche (120 Minuten) oder mündliche (45 Minuten) Prüfung, schriftliche Hausarbeit (Fallstudie), Übungsaufgaben
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 "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 1. oder 3. Fachsemester
9	Literatur Drury, S.A. (1997): Image Interpretation in Geology.- 2nd ed., 283 p.; Allen & Unwin, London. Miller, V.C. & Miller, F. (1961): Photogeology.- 248 S.; McGraw-Hill, New York. Ray, R.G. (1960): Aerial photographs in geologic interpretation and mapping.- Prof. Paper U.S. Geol. Survey, 373: 230 S.; Washington.
10	Kommentar

Modulname Geoinformationssysteme III					
Modul Nr. 11-02-2212	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Lehné		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	3D-Strukturmodellierung (Gocad)	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	<p>Lerninhalt</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). <p>Erstellte 3D-Inhalte werden verschiedenen quantitativen Analysen zugeführt. So wird im Rahmen von Fallstudien z.B. das Potenzial für oberflächennahe Geothermie beschrieben.</p>				
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>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 Teilnehmer können ein komplexes, in sich konsistentes, geologisches 3D-Modell auf der Basis unterschiedlicher Eingangsdaten mit der Software Gocad entwickeln.</p>				
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Empfohlen: GIS-Vorkenntnisse</p>				
5	<p>Prüfungsform</p> <p>Fachprüfung; fakultative Prüfungsform, z.B. schriftliche (90 Minuten) oder mündliche (45 Minuten) Prüfung, schriftliche Hausarbeit (Fallstudie), Übungsaufgaben</p>				
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Bestehen der Modulabschlussprüfung</p>				

7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur www.gocad.org
10	Kommentar

Modulname Geologie V					
Modul Nr. 11-02-2213	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geologie von Mitteleuropa	3 CP	2 VL	2
	2	Quartärgeologie	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt				
	<p><u>Geologie von Mitteleuropa:</u> Überblick über den geologischen Bau Europas (inkl. der präkambrischen Anteile) mit besonderer Berücksichtigung der Kaledoniden, Varisziden, Alpen und ihrer Vorlandbecken sowie des postvariszischen Deckgebirges und damit verknüpfter wichtiger Ressourcen und möglicher Georisiken. Vermittlung moderner plattentektonischer Konzepte und Hinweise auf großregionale Forschungsprojekte (z.B. Internationales kontinentales Tiefbohrprogramm, geophysikalische Traversen, TOPO Europe). Schwerpunkte werden in Mitteleuropa gesetzt.</p> <p><u>Quartärgeologie:</u> Stellung des Quartärs und dessen Klima in der Erdgeschichte, Ursachen von Eiszeiten, 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.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
Die Studierenden erweitern ihr in einem Bachelorstudiengang erworbenes grundlegendes Wissen über den geologischen Bau Mitteleuropas und der weit verbreiteten oberflächennahen, quartären Bildungen und kennen deren grundlegende Relevanz als Ressourcen (u.a. Rohstoffe) und Risiken (z.B. Erdbeben). Durch die Besprechung der komplexen Entwicklung des Klimasystems im Känozoikum wird ein Verständnis für die natürliche Klimady-					

	namik 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 Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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
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). McCann, T. (Ed., 2008): The Geology of Central Europe.- 2 Vols.; London (Geological Society). Rothe, P. (2005): Die Geologie Deutschlands.- 240 S., Darmstadt (Primus). Ruddiman, W.F. (2008): Earth's climate - past and future.- 2. Aufl., 388 S.; New York (W.H. Freeman and Company). Schönenberg, R. & Joachim Neugebauer (1997): Einführung in die Geologie Europas.- 7. Aufl., 385 S., Freiburg i. Br. (Rombach).
10	Kommentar

Modulname Geologie von Mitteleuropa					
Modul Nr. 11-02-2214	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geologie von Mitteleuropa	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt Überblick über den geologischen Bau Europas (inkl. der präkambrischen Anteile) mit besonderer Berücksichtigung der Kaledoniden, Varisziden, Alpen und ihrer Vorlandbecken sowie des postvariszischen Deckgebirges und damit verknüpfter wichtiger Ressourcen und möglicher Georisiken. Vermittlung moderner plattentektonischer Konzepte und Hinweise				

	auf großregionale Forschungsprojekte (z.B. Internationales kontinentales Tiefbohrprogramm, geophysikalische Traversen, TOPO Europe). Schwerpunkte werden in Mitteleuropa gesetzt.
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 und die damit verknüpften Ressourcen (u.a. Rohstoffe) und Risiken (z.B. Erdbeben).
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur McCann, T. (Ed., 2008): The Geology of Central Europe.- 2 Vols.; London (Geological Society). Rothe, P. (2005): Die Geologie Deutschlands.- 240 S., Darmstadt (Primus). Schönenberg, R. & Joachim Neugebauer (1997): Einführung in die Geologie Europas.- 7. Aufl., 385 S., Freiburg i. Br. (Rombach). Walter, R. (2007): Geologie von Mitteleuropa.- 7. Aufl., 511 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
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	<p>Lerninhalt</p> <p>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.</p>
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>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.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Keine</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p>Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Bestehen der Fachprüfung</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester</p> <p>M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften M.Sc. Energy Science and Engineering</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Stober & Bucher (2012) Huenges et al. (2010): Geothermal energy systems, Wiley. VBI Leitfaden (TG) DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition; Amsterdam (Elsevier).</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulname Geothermie III					
Modul Nr. 11-02-2216	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 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 III: Analytische und numerische Modelle	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: Geothermie II				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				

	M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften 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 Anwesenheitspflicht da Präsenzübung

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 (Erwärmesonden), 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: Geothermie II
5	Prüfungsform <u>Geothermie IV: Oberflächennahe, mitteltiefe und gekoppelte Systeme:</u> Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Geothermisches Labor- und Feldpraktikum:</u> Studienleistung Praktikumsbericht
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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften M.Sc. Energy Science and Engineering
9	Literatur DGGT EA Geothermie Leitfaden Stober & Bucher (2012) VBI Leitfaden (Oberflächennahe Geothermie) 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: Geothermie II				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung; Testate der Übungen sind Voraussetzung für Zulassung zur Fachprüfung				
7	Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften				

	M.Sc. Energy Science and Engineering
9	<p>Literatur</p> <p>Huenges et al. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA</p> <p>Yoseph Bar-Cohen (Editor) & Kris Zacny et al. (2009): Drilling in Extreme Environments.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA</p> <p>Schaumberg, G. (1998): Bohrloch-Kontroll-Handbuch.- Bohrmeisterschule Celle</p> <p>Bellarby, J. (2009): Well Completion Design.- Elsevier Science</p> <p>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.</p> <p>DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants - Principles, Applications, Case Studies and Environment Impact.- 2nd Edition, Elsevier, Amsterdam.</p>
10	<p>Kommentar</p> <p>Lern- (Lehrbücher) und Studienmaterialien (Vorlesungsfolien und Übungen) sind überwiegend in Englisch</p>

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	Einführung in die Modellierung	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Advanced Groundwater Modelling	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt				
	<p>The basic course will provide an introduction to the physical processes of the hydrologic cycle as it relates to groundwater and the basic knowledge for translating the processes into a mathematical groundwater model. The course will focus on subsurface hydrology, groundwater hydraulics, stream/aquifer interactions, and will concentrate on the tools for modeling and how to develop models based on MODFLOW. The advanced groundwater modeling course will focus on calibration of models with multiple parameters using observed data on model outputs and it will be based on the model example developed in the basic class. Calibration is presented via the public domain universal inversion codes, UCODE and PEST. Basic concepts covered include: 1) Analyze data to be used for model development. Based on knowledge of the system, decide how to define parameters, 2) Using the initially constructed model, identify parameters important to observations, parameters important to predictions, and observations important to predictions. It will be discussed whether these simulated relations are consistent with real-world conditions, 3) Determine parameter values that provide a best fit to observations, 4) Calculate predictions, and 5) Obtain measures of prediction uncertainty. Exercises will be provided and used</p>				

	throughout both courses. The techniques discussed in the advanced groundwater modeling class are based on a groundwater model example, but can be applied to every model and example of applications in different fields will be provided.
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse At the end of the course, the students are expected to be able to independently develop a flow and transport model and to critically analyze it through implementation of a model calibration and sensitivity analysis. Students will be able to assess data needs for improving the model performance and therefore to suggest how to efficiently collect new field data.
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine
5	Prüfungsform Studienleistung, Sonderform, z.B. schriftliche Hausarbeit (Fallstudie), Übungsaufgaben
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. und 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. und 3. Fachsemester
9	Literatur Anderson, M.P. & Woessner, W.W. (1992): Applied Groundwater Modeling.- 381 S.; Elsevier Academic Press, San Diego. Hill, M. & Tiedeman, C. (2007): Effective Groundwater Model Calibration.- Wiley Interscience. McDonald, M.G. & Harbaugh, A.W. (1988): A Modular Three-Dimensional Ground-Water Flow Model.- Book 6, Chapter A1, U.S.G.S. Harbaugh, A.W., Banta, E.R., Hill, M.C. & McDonald, M.G. (2000): MODFLOW-2000, the U.S. Geological Survey modular ground-water model user guide to modularization concepts and the ground-water flow process. Denver, CO, Reston, VA; U.S. Geological Survey. (http://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/modflow2000/modflow2000.html)
10	Kommentar

Modulname Hauptgeländeübung II zur Angewandten Geologie					
Modul Nr. 11-02-2220	Kreditpunkte 10 CP	Arbeitsaufwand 300 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Seminar zur Hauptgeländeübung II	2 CP	2 SE	2
	2	Hauptgeländeübung II zur Angewandten Geologie	8 CP	6 PR	6
2	Lerninhalt <u>Seminar zur Hauptgeländeübung II:</u> Das Seminar dient der inhaltlichen Vorbereitung der Hauptgeländeübung. Die Studierenden stellen in Kurzvorträgen einzelne, während der Hauptgeländeübung berührte Themen vor und diskutieren diese mit ihren Mitstudierenden. <u>Hauptgeländeübung II zur Angewandten Geologie:</u> Zweiwöchige Hauptgeländeübung 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 zur Hauptgeländeübung II:</u> Studienleistung Seminarvortrag <u>Hauptgeländeübung II zur Angewandten Geologie:</u> Studienleistung, Sonderform, z.B. Exkursionsbericht, Auswertung von Geländedaten o.ä.				
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 "Angewandte Geologie": Kernbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Geowissenschaftliche Spezialliteratur und -karten
10	Kommentar

Modulname Hauptgeländeübung II zur Umweltgeochemie					
Modul Nr. 11-02-2221	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person N.N.		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Seminar zur Hauptgeländeübung II	2 CP	2 SE	2
	2	Hauptgeländeübung II zur Umweltgeochemie	4 CP	4 PR	4
2	Lerninhalt <u>Seminar zur Hauptgeländeübung II:</u> Das Seminar dient der inhaltlichen Vorbereitung der Hauptgeländeübung II. Die Studierenden stellen in Kurzvorträgen einzelne, während der Hauptgeländeübung II berührte Themen vor und diskutieren diese mit ihren Mitstudierenden. <u>Hauptgeländeübung II zur Umweltgeochemie:</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 zur Hauptgeländeübung II:</u> Studienleistung Seminarvortrag <u>Hauptgeländeübung II zur Umweltgeochemie:</u> Studienleistung, Sonderform, z.B. Exkursionsbericht, Auswertung von Geländedaten o.ä.
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 "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Geowissenschaftliche Spezialliteratur und -karten
10	Kommentar

Modulname Hydrochemie					
Modul Nr. 11-02-2222	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hydrochemie	3 CP	2 VL	2
	2	Praktikum Hydrochemie	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Hydrochemie:</u> Ionenbilanzen, Löslichkeitsprodukt, Säuren/Basen, Karbonatsystem, Lösung/Fällung, Oxidation/Reduktion, Wasser/Feststoff Interaktionen, Wasserinhaltsstoffe, Partikel/Kolloide, hydrochemische Modelle.				

	<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>Hydrochemie</u> : Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Praktikum Hydrochemie</u> : Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Hydrochemie</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Praktikum Hydrochemie</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": Kernbereich, 1. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 1. Fachsemester
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 Hydrogeochemie					
Modul Nr. 11-02-2223	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	Hydrogeochemie der Schadstoffe	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Organische Schadstoffe: Vorkommen, Klassifikation, chemisch-physikalische Parameter, Verteilungsgleichgewichte (Henry-Konstante, K_{ow} , K_d , K_{oc} -Konzept), Sorptionsisothermen, Sorptionskinetik, Diffusionslimitierungen. Anorganische Schadstoffe: Vorkommen, Klassifikation, Speziationen, Komplexbildung, Stabilitätsdiagramme, Mobilität, Hintergrundwerte.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen über das Verhalten von Schadstoffen in den verschiedenen Kompartimenten der Umwelt und wie man Kontaminationen der verschiedenen Schutzgüter bewerten und gegebenenfalls beseitigen oder vermindern kann. Insbesondere werden die Studierenden in die Lage gesetzt zu beurteilen, wie sich anorganische und organische Schadstoffe im Grundwasser verhalten und welchen Transformationsprozessen sie unterliegen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Kernbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P. & Imboden, D.M. (1996): Environmental organic chemistry.- Wiley, VCH. 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). Appelo, C.A.J. & Postma, D. (2005): Geochemistry, Groundwater and Pollution.- Taylor and Francis.				

	Stumm, W. & Morgan, J.J. (1995): Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters.- John Wiley & Sons.
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			Modulverantwortliche Person Schüth		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Hydrogeologie II	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Hydrogeologie II	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Hydrogeologie II:</u> Grundwassersysteme (Grundwasserlandschaften, Karst-Grundwasserleiter, Festgesteinsaquifere, Einsatz von Tracern in der Hydrogeologie (konservative Tracer, reaktive Tracer, Auswertung von Durchbruchkurven), Isotope in der Hydrogeologie (Charakterisierung des Wasserkreislaufs, Altersbestimmung), Grundwassererschließung (mittlerer Bedarf/Spitzenbedarf, Brunnenausbau, Bohrlochmessungen, Leistungspumpversuche), Grundwassermonitoring (Wasserrahmenrichtlinie, Monitoringstrategien, Messnetze), Computerprogramme in der Hydrogeologie (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>Hydrogeologie II:</u> Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Praktikum Hydrogeologie II:</u> Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls				

7	Benotung Benotete Fachprüfung für Hydrogeologie II (Standardbewertungssystem) und benotete Studienleistung für das Praktikum Hydrogeologie II (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": Kernbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 2. Fachsemester
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). Kinzelbach, W. & Rausch, R. (1995): Grundwassermodellierung. Eine Einführung mit Übungen.- 283 S.; Berlin (Borntträger).
10	Kommentar

Modulname Hydrogeologie III					
Modul Nr. 11-02-2225	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	Geohydraulik	5 CP	2 VL + 2 Ü	4
2	Lerninhalt Wasserbewegung in der ungesättigten Zone (Elemente der Bodenphysik); Grundlagen der Geohydraulik (Darcy, Permeabilität, Durchlässigkeitsbeiwert); Geohydraulische Methoden (Pumpversuche, stationär, instationär, Theis etc.); Geohydraulik im Festgestein; Brunnen- und Messstellenbau, Grundwassermetesstechnik.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Geohydraulik und quantitativer geohydraulischer Methoden im Festgestein. Sie sind in der Lage, die erlernten Methoden anwenden und ihre Ergebnisse beurteilen zu können.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester
9	Literatur Langguth, H.-R. & Voigt, R. (2004): Hydrogeologische Methoden.- 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage, 1005 S., 304 Abb.; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. Höiting, B. & Coldewey, W. (2012): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- Spektrum. Heidelberg, Neckar. XXVIII, 436 S. Krusemann, G.P. & De Ridder, N.A. (1990): Analysis and evaluation of pumping test data.- 2nd ed. (completely revised), Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement. 377 S.
10	Kommentar

Modulname Ingenieurgeologie II					
Modul Nr. 11-02-2226	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 II	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
	2	Praktikum Ingenieurgeologie II	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt				
	<p><u>Ingenieurgeologie II - Erkundung und Modellbildung</u>: Geotechnische Kategorien, Planung von Erkundungsprogrammen, Erdbebengefährdung, Bohrungen, Sondierungen, Oberflächen- und Bohrlochgeophysik für ingenieurgeologische Zwecke, Trennflächenaufnahme, stereographische Projektionstechniken, Darstellung der Erkundungsergebnisse in Untergrundmodellen, einfache felsstatische Ansätze, Böschungsstabilität.</p> <p><u>Praktikum Ingenieurgeologie II - Ingenieurgeologische Geländemethoden</u>: Kartierung einer Felsböschung, Trennflächenaufnahme mit Geologenkompass und Maßband, Trennflächenaufnahme mit dem Laserscanner, Prüfhammer, Ultraschallmessungen, Probennahme mit Kernbohrgerät.</p>				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				

	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Ingenieurgeologie, mit einem Schwerpunkt auf der Erkundung von Locker- und Festgesteinen und ihrer maßgeblichen Eigenschaften. 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, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Praktikum Ingenieurgeologie II</u> : Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für Ingenieurgeologie II und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das Praktikum Ingenieurgeologie II; 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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 1. Fachsemester
9	Literatur Prinz, H. & Strauß, R. (2011): Ingenieurgeologie.- 5. Aufl., 738 S.; München (Spektrum Akademischer Verlag). Vallejo, L.G. & Ferrer, M. (2011): Geological Engineering.- 700 S.; CRC Press/Balkema.
10	Kommentar

Modulname Ingenieurgeologie III					
Modul Nr. 11-02-2227	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person 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	<p>Lerninhalt</p> <p><u>Ingenieurgeologie III - Felsmechanik</u>: Felsmechanische Versuche und Kennwerte, Spannungs- und Verformungsverhalten von Festgesteinen, Stoffgesetze, Bruchkriterien, Trennflächen und ihre mechanischen Eigenschaften, Einfluss des Bergwassers, Mohrscher Spannungskreis, Gebirgsklassifikationen, Gebirgsspannungen, Messtechnik im Fels.</p> <p><u>Praktikum Ingenieurgeologie III - Felsmechanisches Laborpraktikum</u>: Durchführung felsmechanischer Standardversuche 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).</p>
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>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 mechanischem Verhalten und Spannungszustand. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse derartiger Versuche zu beurteilen und hinsichtlich ihrer Reproduzierbarkeit und Plausibilität einzuschätzen.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Keine</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p><u>Ingenieurgeologie III</u>: Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten</p> <p><u>Praktikum Ingenieurgeologie III</u>: Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für Ingenieurgeologie III und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das Praktikum Ingenieurgeologie III; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduletteilungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M.Sc. Angewandte Geowissenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester
9	<p>Literatur</p> <p>Vallejo, L.G. & Ferrer, M. (2011): Geological Engineering.- 700 S., CRC Press/Balkema.</p> <p>Jaeger, J.C., Cook, N.G.W. & Zimmerman, R.W. (2007): Fundamentals of rock mechanics.- 4. Aufl, 475 S.; Blackwell Publishing.</p>
10	<p>Kommentar</p>

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 - Reservoir-Geomechanik</u> : Allgemeiner Arbeitsablauf zur Erstellung geomechanischer Lagerstättenmodelle, numerische Verfahren (insb. Finite Element Methode), Untergrundsgeometrie aus reflexionsseismischen Messungen (2D und 3D), Strukturmodellierung, Stoffgesetze und Materialparameter für mechanische und hydromechanische Modellierungen, Randbedingungen, einfache Berechnungsmodelle, Anwendungsbeispiele. <u>Praktikum Ingenieurgeologie IV</u> : Projektarbeit (Aufschlussaufnahme, Labormessungen oder rechnergestützte Modellierung) zum Thema Reservoir-Geomechanik mit Abschlusspräsentation.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse zur Geomechanik des tieferen Untergrundes, insbesondere von Reservoirgesteinen für Kohlenwasserstoffe, Tiefe Geothermie, CO ₂ -Speicherung und Endlagerung radioaktiver Abfälle. Sie erwerben methodische Fähigkeiten für die Reservoirmodellierung unter Einbeziehung relevanter geomechanischer Parameter und Randbedingungen und werden durch die Bearbeitung von Anwendungsbeispielen und praktischer Projektarbeit in die Lage versetzt, ein komplexes, in sich konsistentes Reservoirmodell auf der Basis unterschiedlicher geologischer und geomechanischer Eingangsparameter zu entwickeln. Über die Projektarbeit erweitern die Studierenden zudem verschiedene Soft Skills wie Arbeitsorganisation, Team- und Kommunikationsfähigkeit und Präsentationsfähigkeiten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlene Vorkenntnisse: Ingenieurgeologie II				
5	Prüfungsform Studienleistung, Sonderform Praktikumsbericht und Präsentation				
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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				

9	Literatur Zoback, M.D. (2010): Reservoir Geomechanics.- 461. S.; Cambridge University Press.
10	Kommentar

Modulname Ingenieurgeologie V					
Modul Nr. 11-02-2201	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 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	Hohlraumbau	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt Grundbegriffe, Klassifikationen, Spritzbetonbauweise, maschinelle Bauweise, Tragwerkslehre, Messungen, besondere Randbedingungen, Projektentwicklung.				
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: Ingenieurgeologie II				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": 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 geophysikalischer Erkundungsmaßnahmen hinsichtlich Tiefe, Auflösung und Einfluss der Untergrundmaterialien einschätzen. Sie verstehen die theoretischen und praktischen Grundprinzipien ihrer Funktionsweise.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.				
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 "Umweltgeochemie": 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, groundwater dating techniques.				
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, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
9	Literatur Fritz, P. (1080): Handbook of Environmental Isotope Geochemistry.- New York.				
10	Kommentar				

Modulname Metallische Lagerstätten					
Modul Nr. 11-02-2230	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Utter		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Wirtschaftsgeologie: Geologie der metallischen Erzlagerstätten und deren wirtschaftliche Erschließung	3 CP	1 VL + 1 Ü	2
2	Lerninhalt Geologie der sedimentären, magmatischen und metamorphen Erzlagerstätten, Explorationsgrundsätze, Prinzipien der Ressourcen-Abschätzung, Abriss der Aufbereitungs- und Gewinnungsverfahren, Umwelt-Genehmigungsverfahren, Kosten-Ertrag-Bewertung und Cash-Flow-Analyse, Diskussion heutiger und zukünftiger Versorgung mit metallischen Rohstoffen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erwerben Kenntnisse der geologischen, chemischen und physikalischen Faktoren bei der Bildung von Erzlagerstätten sowie der Ressourcen und deren Exploration. Die Studierenden sind aufgrund des Einblicks in die Geologie der Erzlagerstätten in der Lage, die heutigen und zukünftigen Versorgungsquellen metallischer Rohstoffe einzuschätzen und zu beurteilen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
9	Literatur Evans, A.M. (2005): Erzlagerstättenkunde.- Stuttgart (Enke-Verlag). Laznicka, P. (2006): Giant Metallic Deposits - Future Sources of Industrial Metals.- Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag). Robb, L. (2005): Introduction to Ore-Forming Processes.- Oxford (Blackwell Publishing).				

	Simmons, J.G. (1996): Ressourcen und Umweltmanagement.- Verlag Spektrum der Wissenschaft.
10	Kommentar

Modulname Methoden der Angewandten Mineralogie I					
Modul Nr. 11-02-2231	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Rasterelektronenmikroskopie I (REM I)	3 CP	1 VL + 1 PR	2
	2	Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Röntgendiffraktometrie (XRD)	3 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Rasterelektronenmikroskopie I (REM I)</u> : Einführung in die Rasterelektronenmikroskopie, technischer Aufbau des REM, Wechselwirkung Elektron-Materie, Abbildung mit Sekundär- und Rückstreuelektronen, energiedispersive Röntgenmikroanalyse, Environmental Scanning Electron Microscopy (ESEM). <u>Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Röntgendiffraktometrie (XRD)</u> : Theoretische und praktische Einführung in die Röntgenfluoreszenzanalyse, mögliche Verwendung und Voraussetzungen, praktische Arbeit am Gerät inkl. Probenvorbereitung, Auswertung von Übersichtsaufnahmen, Erstellen einer Kalibration, Messung und quantitative Auswertung von unbekanntem Proben. Theorie der Röntgenbeugung und Funktion des Röntgendiffraktometers; Grundsätze der Probenauf- und -vorbereitung; texturlose und texturierte Präparate; Messung charakteristischer Tonproben und Auswertung von Diffraktogrammen.				
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 REM, RFA und XRD auf geowissenschaftliche Fragestellungen, zur eigenständigen Interpretation von REM-Abbildungen, RFA-Ergebnissen und Röntgendiffraktogrammen, sowie zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit und Plausibilität der Daten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Rasterelektronenmikroskopie I (REM I)</u> : Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten				

	<u>Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Röntgendiffraktometrie (XRD)</u> : Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht, Auswertung von Messergebnissen o.ä.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls und regelmäßige Teilnahme am Praktikum
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Rasterelektronenmikroskopie I (REM I)</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Röntgendiffraktometrie (XRD)</i> ; die Modulnote errechnet sich aus dem Mittelwert der Noten der Modulteilleistungen.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer 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. Bertin, E.P. (1978): Introduction to X-Ray Spectrometric Analysis.- New York (London Plenum Press). Birks, L.S. (1969): X-Ray Spectrochemical Analysis.- 2nd.Edition; New York (Interscience Publishers). Burke, V.E., Jenkins, R. & Smith, D.K. (Eds., 1998): A practical guide for the preparation of specimens for X-ray fluorescence and X-ray diffraction analysis.- 333 S.; Wiley-VCH. Hahn-Weinheimer, P., Hirner, A. & Weber-Diefenbach, K. (1995): Röntgenfluoreszenz-analytische Methoden, Grundlagen und praktische Anwendung in den Geo-, Material- und Umweltwissenschaften.- Braunschweig, Wiesbaden (Friedrich Vieweg & Sohn). Jenkins, R. (1974): An Introduction to X-Ray Spectrometry.- London, New York, Rheine (Heyden & Son). Jenkins, R. & de Vries, J.L. (1976): Practical X-Ray Spectrometry.- London (MacMillan). Müller, R.O. (1967): Spektrochemische Analysen mit Röntgenfluoreszenz.- München, Wien (R. Oldenburg). Plesch R. (1982): Auswerten und Prüfen in der Röntgenspektrometrie.- Darmstadt (G-I-T Verlag Ernst Giebeler).
10	Kommentar

Modulname Methoden der Angewandten Mineralogie II					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2232	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jährlich zum SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Kleebe		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Transmissionselektronenmikroskopie I (TEM I)	3 CP	2 VL	2
	2	Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS)	3 CP	1 VL + 1 PR	2
2	Lerninhalt <u>Transmissionselektronenmikroskopie I (TEM I):</u> 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). <u>Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS):</u> Elektronische Struktur halbleitender Materialien und Übergangsmetalloxide; Wechselwirkung Elektron-Probe, Elektronenenergieverlust-Spektrometer, Elektronenquellen, Energieauflösung und Monochromatoren, experimentelle Aspekte, elastische Streuung, inelastische Streuung, ELNES and EXELFS, Low-Loss EELS, inelastische Mehrfachstreuung, Quantifizierung von Elementen, energiegefilterte Abbildung, Quantifizierung von Fe ³⁺ /Fe ²⁺ -Verhältnissen in Mineralen, Detektion des magnetischen linearen Dichroismus; Interpretation komplexer EELS-Spektren; Zusammenhang zwischen lokaler chemischer Zusammensetzung und resultierenden Materialeigenschaften.				
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 und EELS auf geowissenschaftliche Fragestellungen, zur eigenständigen Interpretation von TEM-Abbildungen und EELS-Ergebnissen, sowie zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit und Plausibilität der Daten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 120 Minuten oder mündlich 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": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				

	Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. 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). Egerton, R.F. (1996): Electron energy-loss spectroscopy in the electron microscope.- 2nd Edition, Plenum Press, New York.
10	Kommentar

Modulname					
Methoden der Angewandten Mineralogie III					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2233	6 CP	180 h	120 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch			Weinbruch		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Rasterelektronenmikroskopie II (REM II)	3 CP	1 VL + 1 PR	2
	2	Transmissionselektronenmikroskopie II (TEM II)	3 CP	1 VL + 1 PR	2
2	Lerninhalt				
	<u>Rasterelektronenmikroskopie II (REM II)</u> : Quantitative energiedispersive Röntgenanalyse (EDX), ZAF-Korrektur, Partikelanalyse, Schichtanalyse. <u>Transmissionselektronenmikroskopie II (TEM II)</u> : Hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM), Raster-Transmissionselektronenmikroskopie (STEM), Cs-Korrektur, Simulation von HRTEM, STEM und EELS.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
	Die Studierenden erwerben vertiefte theoretische und praktische Kenntnisse der Festkörperanalytik als wichtige Methode der mineralogischen Untersuchung. Sie erlernen den Einsatz der quantitativen EDX für analytische Sonderfälle. Sie erlangen die Fähigkeiten zum selbstständigen Einsatz von TEM/HRTEM/STEM und EELS auf umweltgeowissenschaftliche Fragestellungen, zur eigenständigen Interpretation von HRTEM/STEM-Abbildungen und EELS-Spektren, sowie zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit, Plausibilität und Qualität der gesammelten experimentellen Daten.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme				
	Empfohlene Vorkenntnisse: <i>Transmissionselektronenmikroskopie I (TEM I)</i> , <i>Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS)</i> , <i>Rasterelektronenmikroskopie I (REM I)</i>				
5	Prüfungsform				
	Fachprüfung, schriftlich 120 Minuten oder mündlich 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": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. 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). Egerton, R.F. (1996): Electron energy-loss spectroscopy in the electron microscope.- 2nd Edition, Plenum Press, New York. 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 Paläoklimatologie und Erdoberflächenprozesse					
Modul Nr. 11-02-2234	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Hinderer		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Quartärgeologie	3 CP	2 VL	2
	2	Soil protection and soil erosion	2 CP	1 VL + 1 SE	2
2	Lerninhalt				
	<p><u>Quartärgeologie:</u> Stellung des Quartärs und dessen Klima in der Erdgeschichte, Ursachen von Eiszeiten, 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.</p> <p><u>Soil protection and soil erosion:</u> Sensitivity of soils against man-made impacts, land use practice and soil degradation, measures against soil degradation (e.g. agricultural techniques), controlling factors of erosion, field measurement of erosion, models for the quantification of soil erosion, sediment storage and sediment yield of rivers, principles of</p>				

	sediment budget analysis, modern concepts in earth surface processes. This lecture is also part of a special module of the International Master Course TropHEE.
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>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 Landnutzungswechsel, Besiedlung und Flussbaumaßnahmen vor diesem natürlichen Hintergrund einzuschätzen und sind mit theoretischen und methodischen Grundsätzen der Bodenerosion und entsprechender Gegenmaßnahmen vertraut. Sie sind befähigt, Bodenerosionstudien und Sedimentarchivuntersuchungen (z.B. Seesedimente) selbständig zu konzipieren.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Keine</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p><u>Quartärgeologie</u>: Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Soil protection and soil erosion</u>: Studienleistung Seminarvortrag</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Quartärgeologie</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>Soil protection and soil erosion</i>; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Modulteilleistungen gewichtet nach ihren Kreditpunkten.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 1. Fachsemester</p>
9	<p>Literatur</p> <p>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. 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). 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. 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 (Schweizerbart).</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulname Petrologie IV					
Modul Nr. 11-02-2235	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Ferreiro Mählmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Petrologischer Kartierkurs (KK III)	5 CP	4 PR	4
2	Lerninhalt Kartieren in polyphas deformierten und plurifaziellen Gesteinen mit post-kinematischen Intrusionen. Beschreibung von deuterischen Alterationen, anatektischen Strukturen und duktilen Deformationen, von der Kataklyse bis Mylonitisierung, Metasomatose, Skarnbildung und Assimilation. Hydrothermale und retrograde Umwandlungen bis hin zur meteorischen Verwitterung. Erstellung von P-T-t-D-X-Pfaden und Diagrammen.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Abrundung der bisher erlernten Kartiertechniken. Berichterstellung über einen komplexen lithostratigraphischen, strukturellen und metamorphen Feldbefund mit einer geodynamischen Interpretation.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Studienleistung Kartierbericht				
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 "Umweltgeochemie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Variiert je nach Kartiergebiet.				
10	Kommentar				

Modulname Petrologie V					
Modul Nr. 11-02-2236	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Ferreiro Mählmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie	4 CP	2 VL + 1 Ü	3
	2	Auflichtmikroskopie	1 CP	1 PR	1
2	Lerninhalt <u>Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie:</u> 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. <u>Auflichtmikroskopie:</u> 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 <u>Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie:</u> Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 Minuten <u>Auflichtmikroskopie:</u> Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht o.ä.				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls				
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Niedrigtemperaturpetrologie und Paläogeothermie</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für <i>Auflichtmikroskopie</i> ; die Modulnote errechnet sich aus den Noten der Moduleilleistungen gewich-				

	tet nach ihren Kreditpunkten.
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Erweiterter geowissenschaftlicher Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": 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. Selle, R. C. (1998): Elements of Petroleum Geology. Academic Press, San Diego.
10	Kommentar

Modulname					
Schlüsselqualifikationen					
Modul Nr.	Kreditpunkte	Arbeitsaufwand	Selbststudium	Moduldauer	Angebotsturnus
11-02-2200	5 CP	150 h	90 h	1 Semester	Jährlich zum WiSe
Sprache			Modulverantwortliche Person		
Deutsch und Englisch			Hinderer (Studiendekan)		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Geokolloquium	2 CP	2 KO	2
	2	Forschungskonzept	1 CP	-	-
	3	Forschungsseminar	2 CP	2 SE	2
2	Lerninhalt				
<u>Geokolloquium:</u> Vorstellung und Diskussion aktueller forschungsorientierter Themen aus den Geowissenschaften durch externe oder eigene Referenten.					
<u>Forschungskonzept:</u> Erstellen eines Forschungskonzepts und -plans in Einzelarbeit, in der Regel bezogen auf eine mögliche inhaltliche Ausrichtung der Master-Thesis. 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> Diskussion laufender und/oder abgeschlossener Forschungsarbeiten einschließlich Bachelor- und Masterarbeiten und Dissertationen. Vorstellung von Konzept, methodologischem Ablauf und/oder Ergebnissen der Master-Thesis.					

3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>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.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Keine</p>
5	<p>Prüfungsform</p> <p><u>Geokolloquium</u>: Studienleistung regelmäßige Teilnahme (mindestens 80 %)</p> <p><u>Forschungskonzept</u>: Vom Betreuer der Masterarbeit angenommenes Forschungskonzept</p> <p><u>Forschungsseminar</u>: Studienleistung Seminarvortrag und regelmäßige Teilnahme (mindestens 80 %)</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls</p>
7	<p>Benotung</p> <p>Unbenotete Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) für das Geokolloquium, unbenotete Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) für das Forschungskonzept und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für den Seminarvortrag im Forschungsseminar; die Modulnote ergibt sich aus dem benoteten Seminarvortrag.</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M.Sc. Angewandte Geowissenschaften, Bereich Interdisziplinäre Kompetenz und Schlüsselqualifikationen, 3. Fachsemester</p>
9	<p>Literatur</p> <p>Literatur abhängig von den gestellten Themen für das Forschungskonzept bzw. Forschungsseminar.</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulname Sedimentgeologie II					
Modul Nr. 11-02-2237	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 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	Sedimentgeologie II	3 CP	2 VL	2
	2	Geländepraktikum Sedimentologie	2 CP	2 PR	2
2	Lerninhalt <u>Sedimentgeologie II:</u> Klassifikation von Sedimentbecken, plattentektonischer Rahmen, Subsidenz- und thermische Entwicklung, Verfüllungsmuster, Beckenarchitektur, Sequenzstratigraphie, seismische Stratigraphie, Provenienz-Methoden, Diagenese und Poroperm-Entwicklung. Es werden für ausgewählte Beckentypen ergänzend Fallbeispiele besprochen. Hierbei werden Rohstoffaspekte betont, d.h. Kohlenwasserstoffe, regionale Grundwassersysteme und Geothermie. <u>Geländepraktikum Sedimentologie:</u> Auf einem sechstägigen Gelände- und Laborkurs werden charakteristische Aufschlüsse nach dem Aufschluss-Analog-Verfahren untersucht und deren Stellung in der Beckenentwicklung (einschl. Sequenzstratigraphie) diskutiert. Dazu werden im Gelände Sedimentprofile aufgenommen, georeferenzierte Aufschlusszeichnungen erstellt, sowie die natürliche gamma-Strahlung und magnetische Suszeptibilität gemessen. Probenahme mit Handbohrgerät (Plugs), die im Nachgang im Labor auf Porosität und Permeabilität untersucht und einige Dünnschliffe hergestellt werden. Alle Daten und Beobachtungen werden in einem Bericht dokumentiert und eine zusammenfassende Interpretation durchgeführt. Zudem sollen die Studierenden eine Bewertung der Reservoireigenschaften vornehmen. Bearbeitung der gestellten Aufgaben in Kleingruppen. Bevorzugt sollen das epikontinentale Becken der germanischen Trias, das tertiäre Nordalpine Vorlandbecken (Molasse) und der kretazische helvetische Schelf vergleichend untersucht werden.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die Grundzüge moderner Methoden der Beckenanalyse, insbesondere Sequenzstratigraphie und Zyκλοstratigraphie. Sie erkennen Sedimentzyklen in Geländeaufschlüssen, können diese beschreiben, genetisch interpretieren und in einen größeren räumlichen und zeitlichen Zusammenhang stellen. Die Absolventen 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 Geräten und Handbohrgerät, sowie mit Gesteinsaufbereitungsmethoden und Labormessgeräten umzugehen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform <u>Sedimentgeologie II:</u> Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten				

	<u>Geländepraktikum Sedimentologie</u> : Studienleistung, Sonderform, z.B. Praktikumsbericht, Auswertung von Geländedaten o.ä.
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen aller Prüfungsleistungen des Moduls
7	Benotung Benotete Fachprüfung (Standardbewertungssystem) für <i>Sedimentgeologie II</i> und benotete Studienleistung (Standardbewertungssystem) für das <i>Geländepraktikum Sedimentologie</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": Kernbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester
9	Literatur Einsele, G. (2000): Sedimentary Basins.- 792 S.; Springer-Verlag. Frisch, W. & Meschede, M. (2009): Plattentektonik.- 3. Aufl., 196 S.; Darmstadt (Primus-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). Schäfer, A. (2010): Klastische Sedimente - Fazies und Sequenzstratigraphie.- 2. Aufl., 428 S.; Spektrum Akademischer Verlag. Allen, P.A. & Allen, J.R. (2005): Basin Analysis - Principles and applications.- 2. Aufl., 560 S.; London (Blackwell). Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. (1987): Sand and Sandstones.- 2. Aufl., 553 S.; Heidelberg, New York (Springer-Verlag).
10	Kommentar

Modulname Tonmimeralogie					
Modul Nr. 11-02-2238	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus Jährlich zum SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Ferreiro Mählmann		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Clay Mineralogy	5 CP	2 VL + 2 Ü	4

2	<p>Lerninhalt Bau der Schichtsilikate (Vertiefung). Mineralogie, Kristallographie und Geochemie der Tonminerale. Physikalische Eigenschaften der Tonminerale (Vertiefung). Tonminerale in der Bodenkunde, zur Bodenverbesserung in der Landnutzung und deren Verteilung in den Böden (Vertiefung). Diagenese und Niedrigtemperaturpetrologie der Tonminerale (Vertiefung), Paläogeothermometrie (Vertiefung). Tonminerale und Tone im Baugewerbe, in der Baustoffindustrie, für die Herstellung von Keramikwerkstoffe und in diversen weiteren geologisch-wissenschaftlichen, technischen, medizinischen und pharmazeutischen Nutzungsbereichen (Einführung). Zudem wird ein Bezug zur Klimaforschung und Bodenbildung (mit Schwerpunkt Tropen), zum Grundwasserschutz, zur Prospektion von Tonlagerstätten und zur Exploration von Kohlenwasserstoffen hergestellt.</p>
3	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die erworbenen Kenntnisse in Mineralogie und Kristallographie werden für die Schichtsilikate ausgebaut, mit den Grundlagen der Geochemie verknüpft und mit den physikalischen Eigenschaften ergänzt. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, anhand von Feldbefunden die potentiell vorkommenden Tonmineralien vorauszusagen und damit Analysemethoden zur Charakterisierung fest zu legen. Ziel ist die Interpretation der Analysen und die Charakterisierung der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Tonen und Tonmineralien.</p>
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme Keine</p>
5	<p>Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 90 Minuten oder mündlich 30 Minuten</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Fachprüfung</p>
7	<p>Benotung Benotete Fachprüfung, Standardbewertungssystem</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften: Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Kernbereich, 2. Fachsemester</p>
9	<p>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.</p>
10	<p>Kommentar</p>

Modulname Tracer Techniques					
Modul Nr. 11-02-2239	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	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. Parameter studies using a simple program for breakthrough curve modeling and presentation and discussion of results.				
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. 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, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
9	Literatur Käss, W. (1998): Tracing Technique in Geohydrology.- Balkema, Rotterdam.				
10	Kommentar				

Modulname Umwelt und Gesundheit					
Modul Nr. 11-02-2240	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1 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	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt Einführung in die Epidemiologie, ausgewählte Beispiele für negative Auswirkungen von Umweltschadstoffen auf die menschliche Gesundheit: 1. Radon, 2. Blei, 3. Feinstaub.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden entwickeln grundlegendes Verständnis der Komplexität der gesundheitlichen Auswirkungen von Schadstoffen.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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, 2. Fachsemester Vertiefungsrichtung "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 2. Fachsemester				
9	Literatur Rothman, K.J. (2002): Epidemiology: An Introduction.- 223 S.; Oxford (Oxford University Press). Siehl, A. (1996): Umweltradioaktivität.- 411 S.; Berlin (Ernst & Sohn) Mushak, P. (2011): Lead and Public Health.- 980 S., Amsterdam (Elsevier). Holgate, S.T., Samet, J.S., Koren, H.S. & Maynard, R.L. (1999): Air pollution and Health.- Academic Press.				
10	Kommentar				

Modulname Water Treatment					
Modul Nr. 11-02-2241	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	Water Treatment	3 CP	2 VL	2
2	Lerninhalt Chemical/nonchemical disinfection (ozonation, chlorination, UV light), coagulation/flocculation (theory, selection of coagulants, practice), sedimentation (Stoke's law, critical settling velocity, practice), filtration (slow sand filtration, rapid filtration), membrane processes, sorption (GAC, PAC).				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse The students understand the fundamentals of water treatment processes and develop methodical skills to select water treatment technologies based on water quality requirements.				
4	Voraussetzung für die Teilnahme Keine				
5	Prüfungsform Fachprüfung, schriftlich 60 Minuten oder mündlich 30 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 "Umweltgeochemie": Vertiefungsspezifischer Wahlpflichtbereich, 3. Fachsemester				
9	Literatur MWH (2005): Water Treatment - Principles and Design.- 2nd ed., 1968 p.; Weinheim (Wiley-VCH).				
10	Kommentar				

Modulname Master-Thesis					
Modul Nr. 11-02-5000	Kreditpunkte 30 CP	Arbeitsaufwand 900 h	Selbststudium 900 h	Moduldauer 1 Semester	Angebotsturnus -
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Vorsitzender der Prüfungskommission		
1	Kurse des Moduls				
	Kurs Nr.	Kursname	Arbeitsaufwand (CP)	Lehrform	SWS
	1	Master-Thesis	30	Thesis	-
2	Lerninhalt Themenstellung aus den Schwerpunktfächern der von den Studierenden gewählten Vertiefungsrichtung.				
3	Qualifikationsziele / Lernergebnisse 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 Industrie- oder Forschungsprojekt bearbeitet. Dabei wird die Fähigkeit entwickelt, unter Verwendung der erlernten Handwerkszeuge geowissenschaftliche Fragestellungen und Lösungsmöglichkeiten zu erkennen und zu bearbeiten. Zudem sind die Studierenden befähigt, die Ergebnisse in fachlich und wissenschaftlich adäquater Form schriftlich darzustellen. Die Absolventen erlangen 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 – Thema und Voraussetzungen" der Studienordnung geregelt.				
5	Prüfungsform Abschlussarbeit (Thesis)				
6	Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten Annahme der Master-Thesis				
7	Benotung Benotete Abschlussarbeit, Standardbewertungssystem				
8	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. Angewandte Geowissenschaften, 4. Fachsemester.				
9	Literatur Abhängig vom Thema der Master-Thesis.				
10	Kommentar				

Dezernat II (11.07.2013)