

Modulhandbuch Master GeoThermie / GeoEnergie





FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

NATURWISSENSCHAFTLICHE
FAKULTÄT

**Modulhandbuch für den
Masterstudiengang GeoThermie/GeoEnergie**

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

Stand: 10.07.2018

Bezug: Prüfungsordnung vom 20. Juni 2017

Inhalt

Betreuung des Masterstudiengangs GeoThermie/GeoEnergie	1
Prinzipieller Ablauf des Master-Studiums GeoThermie/GeoEn.....	2
Strukturplan Master GeoThermie/GeoEnergie.....	2
Studienverlaufsplan Master GeoThermie/GeoEnergie.....	3
Modulbeschreibungen	7
GT-E1: Becken- und Bohrungsanalyse	7
GT-E2: Strukturgeologie-Tektonik.....	8
GT-E3: Energieressourcen.....	9
GT-E4: Prozessmaschinen und Apparatechnik	11
GT-E5: Reservoirerschließung und -monitoring.....	12
GT-E6: Recht.....	14
GT-V1: Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik.....	15
GT-V2: Geophysik.....	17
GT-V3: Reservoirtechnik	18
GT-V4: Energiewirtschaft und Umweltrecht.....	19
GT-V5: BWL für Ingenieure (BWL-ING)	20
GT-F1: Seismische Reservoirinterpretation	21
GT-F2: Reservoirmodelle.....	22
GT-F3: Reservoirfluide.....	24
GT-F4: Reservoirhydraulik.....	26
GT-F5: Energiesysteme	28
GT-SQ1: Schlüsselqualifikation I.....	29
GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II.....	30
GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II.....	31
GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II.....	32
Masterarbeit	33

Betreuung des Masterstudiengangs GeoThermie/GeoEnergie am GeoZentrum Nordbayern der FAU Erlangen-Nürnberg

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

Prof. Dr. Axel Munnecke

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

➔ **Vorsitzender Prüfungsausschuss Masterstudiengang GeoThermie/GeoEnergie** (Prüfungsfragen in den Studiengängen)

Prof. Dr. Harald Stollhofen

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum HG 2.107
Tel. 09131 – 85 22617, E-Mail harald.stollhofen@fau.de

➔ **Verantwortlicher für den Studiengang**

Prof. Dr. Harald Stollhofen

GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Schloßgarten 5, 91054 Erlangen, Raum 02.107
Tel. 09131 – 85 22617, E-Mail harald.stollhofen@fau.de

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

Dr. Anette Regelous

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

➔ **Fachstudienberatung**

Prof. Dr. Harald Stollhofen,

Schloßgarten 5, 91054 Erlangen
(Sprechstunde nach Vereinbarung per Email)
harald.stollhofen@fau.de

➔ **Studienberatung für Schüler und Studieninteressierte**

Frau Katharina Ramsauer M.Sc.

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

Ablauf des Master-Studiums GeoThermie/GeoEnergie

Der Ablauf des Master-Studiums GeoThermie/GeoEnergie ist wie folgt gegliedert:

1. Semester (WiSe): Einführungsphase Veranstaltungen zur Vervollständigung geowissenschaftlicher Grundlagen, die im Bachelorstudium erlangt wurden und Einführung in Geo-Energieressourcen, Bohrlochgeologie, Prozessmaschinen- und Apparatechnik, Bohrtechnik und Bohrlochgeophysik sowie Genehmigungs- und Energie-/Rohstoffrecht. Vorlesungsfreie Zeit: Blockkurse	
2. Semester (SoSe): Vertiefungsphase Vertiefung und Erweiterung von Kenntnissen zur geophysikalischen Exploration und zur kompositionellen, petrophysikalischen, geomechanischen und geophysikalischen Charakterisierung und Bewertung von Reservoirgesteinen. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und Energiewirtschaft & Umweltrecht. Vorlesungsfreie Zeit: Blockkurse, Schlüsselqualifikations-Modul 1 (Bürgerbeteiligung).	Schlüsselqualifikationen
3. Semester (WiSe): Forschungsphase Weitere Vertiefung der Kenntnisse über Forschungsmodule zur seismischen Reservoirinterpretation, Reservoirgeologie, Reservoirpetrologie und -fluide, Reservoirhydraulik und Energietische Systeme, deren Inhalte der unmittelbaren Vorbereitung und fachlichen Orientierung für die Masterarbeit dienen. Vorlesungsfreie Zeit: Schlüsselqualifikations-Modul 2 (Industriepraktikum, Projektarbeit oder Geländeübungen).	
4. Semester (SoSe): Masterarbeit + Masterkolloquium	

Strukturplan Master GeoThermie/GeoEnergie

1. Semester	30 ECTS	Einführung	GT-E1 5 ECTS	GT-E2 5 ECTS	GT-E3 5 ECTS	GT-E4 5 ECTS	GT-E5 5 ECTS	GT-E6 5 ECTS
2. Semester	30 ECTS	Vertiefung	GT-V1 5 ECTS	GT-V2 5 ECTS	GT-V3 5 ECTS	GT-V4 5 ECTS	GT-V5 5 ECTS	GT-SQ1
3. Semester	30 ECTS	Forschung	GT-F1 5 ECTS	GT-F2 5 ECTS	GT-F3 5 ECTS	GT-F4 5 ECTS	GT-F5 5 ECTS	GT-SQ2
4. Semester	30 ECTS		Masterarbeit & Masterkolloquium 25 ECTS & 5 ECTS					

GT GeoThermie/GeoEnergie

E Einführung

V Vertiefung

F Forschung

SQ Schlüsselqualifikationen

Studienverlaufsplan Master GeoThermie/GeoEnergie in Vollzeit

(blaugrau hinterlegte Module = Lehre TUM)

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-Note
		V	Ü	P	S		1	2	3	4		
GT-E1 Becken-/Bohrungsanalyse	Methoden der Beckenanalyse		1		1	5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Bohrungen & Bohrlochgeophysik		1		1		2,5					
GT-E2 Strukturgeologie-Tektonik	Störungssysteme		1		1	5	2,5				PL: Bericht (max. 20 Seiten)	1
	Strukturgeologie und Mikrotektonik				2		2,5					
GT-E3 Energieressourcen	Geo-Energieressourcen	1	1			5	2,5				PL: Klausur 90 Min.	1
	Geothermie: Erschließung und Nutzung	1	1				2,5					
GT-E4 Prozessmaschinen und Apparatetechnik	Prozessmaschinen und Apparatetechnik	3	1			5	5				PL: Mündliche Prüfung 30 Min	1
GT-E5 Reservoirerschliessung und -monitoring	Tiefbohrtechnik	1				5	1,25				PL: Klausur 60 Min.	1
	Mikroseismizität	2	1				3,75					
GT-E6 Recht	Genehmigungs- und Vergaberecht	2				5	2,5				PL: Klausur 60 Min.	1
	Energie- und Rohstoffrecht	2					2,5					

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-Note
		V	Ü	P	S		1	2	3	4		
GT-V1 Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik	Sedimentpetrographie + Diagenese		1		1	5		2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
	Petrophysik + Reservoirpetrologie				1			1,25				
	Analytische Methoden		1					1,25				
GT-V2 Geophysik	Seismische Interpretation I (2D)		1		1	5		2			PL: Benotete Hausarbeit (max 20 Seiten)	1
	Geländeübung Geophysik		3					3				
GT-V3 Reservoir-Geomechanik	Reservoir-Geomechanik	1	1			5		2,5			PL: Klausur 90 Min.	1
	Spannungsfeldanalyse/Monitoring	1	1					2,5				
GT-V4 Energiewirtschaft und Umweltrecht	Energiewirtschaft und Umweltrecht	2	1			5		5			PL: Mündliche Prüfung 30 Min.	1
GT-V5 BWL für Ingenieure	BWL für Ingenieure	3				5		3,75			PL: Klausur 60 Min.	1
	BWL für Ingenieure Übung		1					1,25				

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-Note
		V	Ü	P	S		1	2	3	4		
GT-F1 Seismische Reservoirinterpretation	Seismische Interpretation II (3D)		1		1	5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Seismo- und Sequenzstratigraphie		1		1				2,5			
GT-F2 Reservoirmodelle	Reservoirgeologie		1		1	5			2,5		PL: Klausur 60 Min.	1
	Reservoirmodellierung		1		1				2,5			
GT-F3	Mineralogie der Gesteins-Fluid-Interaktion		1		1	5			2,5		PL: Klausur 90 Min.	1
Reservoirfluide	Hydrochemie, Korrosion und Scalings	1	1						2,5			
GT-F4 Reservoirhydraulik	Strömungs- & Wärmetransportmodellierung	1	1			5			2,5		PL: Hausarbeit (max. 20 Seiten)	1
	Geohydraulik	1	1						2,5			
GT-F5 Energiesysteme	Numerische Berechnung energetische Systeme	2	1			5			5		PL: Klausur 90 Min.	1
		24	26		13	80	30	25	25			
		Summe SWS: 63					Summe ECTS: 80					

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS				Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten				Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
		V	Ü	P	S		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem	4. Sem		
Schlüsselqualifikationen												
GT-SQ1 Schlüsselqualifikation I	Bürgerbeteiligung I	2				5		2,5			SL Schriftliche Klausur (90 Min.)	1
	Bürgerbeteiligung II	2						2,5				
GT-SQ2 Schlüsselqualifikation II (eine SQ aus drei wählen)	Industriepraktikum (4 Wochen) oder					5			5		SL: Bericht (max. 15 Seiten)	0
	Projektarbeit (4 Wochen) oder								5		SL: Bericht (max. 15 Seiten)	0
	Geländeübungen (12 Tage)									5		SL: Bericht (max. 15 Seiten)
		4				10	0	5	5	0		
		Summe SWS: 4					Summe ECTS: 10					
Studienabschlußarbeit												
Masterarbeit	Schriftliche Masterarbeit					30				25	Masterarbeit (40-60 Seiten) Vortrag (20 min)	1
	Verteidigung der Masterarbeit									5		
						30	0	0	0	30		
		Summe SWS:					Summe ECTS: 30					
		Gesamt SWS:					Gesamt ECTS: 120					

Modulbeschreibungen

Grün hinterlegt = Lehre FAU, blau hinterlegt = Lehre TUM

1	Modulbezeichnung	GT-E1: Becken- und Bohrungsanalyse GT-E1: Basin and well analysis		5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Methoden der Beckenanalyse (S/Ü) b) Bohrungen/Bohrlochgeophysik (S/Ü)	2 SWS 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	Prof. Dr. H. Stollhofen		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	<u>a) Methoden der Beckenanalyse:</u> Methoden der Beckenanalyse, Gesteinsrheologie, Sedimentauflast und Subsidenz, Beckenklassifikation, Extensionsbecken, Becken in Konvergenzbereichen, Strike-slip-Becken, Beckenstratigraphie, Seismische Interpretation, Subsidenzanalyse, Thermische Geschichte, Anwendung auf geothermische Systeme und Kohlenwasserstoff-Systeme. <u>b) Bohrungen/Bohrlochgeophysik:</u> Einführung in die Planung und technische Durchführung von Bohrungen, Komponenten einer Kernbohrausrüstung, Einführung in die Bohrlochgeologie, Messverfahren während des Bohrens, Methoden geophysikalischer Bohrlochvermessung, Auswertung sedimentfazieller und petrophysikalischer Eigenschaften anhand von geophysikalischen Bohrloch-Logs, Fallstudien zur Bewertung von Reservoirgesteinen.		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Sedimentbecken anhand ihres Strukturinventars, ihrer Faziesarchitektur und ihrer geophysikalischen Charakteristika klassifizieren • die wichtigsten Komponenten einer Kernbohrausrüstung und ihre Funktion nennen • die Anwendungsbereiche, Meßprinzipien und Wertespanssen der wichtigsten bohrlochgeophysikalischen Meßverfahren erläutern • eine sedimentfazielle und petrophysikalische Interpretation anhand von geophysikalischen Bohrloch-Logs durchführen		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in der sedimentfaziellen Interpretation sowie Vorkenntnisse in Geophysik		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 1. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (60 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Methoden der Beckenanalyse:</u> Allen, P.A. & Allen, J.R. (2013): Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment.- Oxford (Blackwell). <u>b) Bohrungen/Bohrlochgeophysik:</u> Asquith, G. & Krygowski, D. (2004): Basic well log analysis for geologists 2 nd ed.; AAPG Methods in Exploration 16.- Tulsa (Amer. Assoc. Petrol. Geol.). Fricke, S. & Schön, J. (1999): Praktische Bohrlochgeophysik.- Stuttgart (Enke). Rider, M. & Kennedy, M. (2011): The geological interpretation of well logs, 3 rd ed.- Sutherland (Rider-French).		

1	Modulbezeichnung	GT-E2: Strukturgeologie-Tektonik GT-E2: Structural geology and tectonics		5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Störungssysteme (S/Ü) b) Strukturgeologie und Mikrotektonik (S)	2 SWS 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Prof. Dr. H. de Wall / W2 Tektonik b) Prof. Dr. H. de Wall / W2 Tektonik		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. de Wall, (W2 Seismische Interpretation)		
5	Inhalt	a) <u>Störungssysteme:</u> Erhebung von Strukturdaten aus der Bohrkernaufnahme und aus Bohrlochmessungen, Methoden zur Analyse von Störungsflächen, Methoden zur Verformungsanalyse, Störungsgebundene Faltung, Faltenkonstruktion aus Geländedaten und Extrapolation in den Untergrund. b) <u>Strukturgeologie und Mikrotektonik:</u> Gesteinsdeformation in unterschiedlichen geologischen Rahmen, Charakterisierung der Gesteinsdeformation durch Analyse der Mikrostrukturen, Methoden zur quantitativen Deformationsanalyse		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Strukturdaten aus der Bohrkernaufnahme und aus Bohrlochmessungen erheben • Methoden zur Analyse von Störungsflächen verstehen und anwenden • Methoden zur Verformungsanalyse verstehen und anwenden • Störungsgebundene Faltung, Faltenkonstruktion aus Geländedaten und Extrapolation in den Untergrund beschreiben • Gesteinsdeformationen in unterschiedlichen geologischen Rahmen durch Analyse der Mikrostrukturen charakterisieren • Methoden zur quantitativen Deformationsanalyse anwenden		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Strukturgeologie und Tektonik sowie Vorkenntnisse in Polarisationsmikroskopie		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 1. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie-Geodynamik-Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (max. 20 Seiten)		
11	Berechnung der Modulnote	Bericht 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch		
16	Vorbereitende Literatur	a) <u>Störungssysteme:</u> Eisbacher, G.H. (1991): Einführung in die Tektonik.- Stuttgart (Enke). Meschede, M. (1994): Methoden der Strukturgeologie.- Stuttgart (Enke). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1983): The Techniques of modern structural geology, Vol. 1: Strain Analysis.- London (Academic Press). Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1987): The Techniques of modern structural geology, Vol. 2: Folds and Fractures.- London (Academic Press). Twiss, R.J. & Moores, E.M. (1992): Structural Geology.- New York (Freeman). b) <u>Strukturgeologie und Mikrotektonik:</u> Passchier, C.W., Trouw, R.A.J. (1996): Microtectonics.- Berlin (Springer). Weijermars, R. (1997): Principles of Rock Mechanics.- Amsterdam (Alboran Science Publishing)		

1	Modulbezeichnung	GT-E3: Energieressourcen GT-E3: Energy resources	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	a) Geo-Energieressourcen (V/Ü) 2 SWS b) Geothermie: Erschließung & Nutzung (V/Ü) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG	
3	Lehrende	a) Dr. J. Grötsch b) Dr. W. Bauer		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	<u>a) Geo-Energieressourcen:</u> Kohlenwasserstofflagerstätten in Europa und weltweit, Geschichte der KW-Exploration, Energieproduktion und -verbrauch weltweit, KW-Lagerstätten und Politik und Krisen, Entstehung, Maturation des organischen Materials, Migration, Lagerstättenbildung, Fallentypen, fazielle Entwicklung und Porenraumgenese von Speichergesteinen (Sandstein, Karbonate) der bedeutendsten Lagerstätten weltweit, petrophysikalische Kenndaten, Reservoir-Modellierung, Lagerstättenberechnung, Volumina, Wirtschaftlichkeit und Produktion, Feldentwicklungsplanung. <u>b) Geothermie:</u> Geologische Grundlagen der Geothermie (Wärmefluss, Temperaturgradient, geothermische Anomalien), Klassifikation von Lagerstätten, Reservoirgesteine und Reservoirtypen, Temperaturkarten, Temperaturmessungen im Untergrund, Explorationsmethoden, Erschließungsverfahren (Tiefbohrtechnik). Hydrothermale Geothermie, Enhanced geothermal systems. Anwendungen zur Nutzung geothermischer Energie, Überblick über Nutzung der Geothermie in Deutschland, Europa und international.		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • die Grundzüge der Bildung und Charakteristika von KW-Lagerstätten darstellen • Grundlagen der Exploration wiedergeben und diskutieren • die Entstehung von Erdöl und Erdgas beschreiben, • die fazielle Entwicklung und Porenraumgenese von Speichergestein erklären • Lagerstättenberechnungen durchführen (Volumina, Wirtschaftlichkeit, Produktion) • Grundlagen der Geothermie erläutern und die Klassifikation von Lagerstätten, der Reservoirgesteine und Reservoirtypen wiedergeben • Verfahren zur Erschließung und Nutzung von Geothermie darstellen • Anwendungen zur Nutzung geothermischer Energie erläutern • einen Überblick über Nutzung der Geothermie in Deutschland, Europa und international geben		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Sedimentologie, Strukturgeologie und Geophysik im Umfang des Bachelor "Geowissenschaften".		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 3. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Petrologie-Geodynamik-Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften" Wahl-Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Geologie" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: Klausur (90 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Geo-Energieressourcen:</u> Craig, J.R., Vaughan, D.J. & Skinner, B.J. (1988): Resources of the Earth.-New Jersey (Prentice Hall). Kulke, H. (1995): Regional Petroleum Geology of the world; part I: Europe and Asia.-Berlin, Stuttgart (Borntraeger). Kulke, H. (1995): Regional Petroleum Geology of the world; part II: Africa, America, Australia and Antarctica. Berlin, Stuttgart (Borntraeger). Tissot, B.P. & Welte, D.H. (1984): Petroleum Formation and Occurrence. Heidelberg (Springer). <u>b) Geothermie:</u>		

		Dickson, M.H. & Fanelli, M., eds. (2003): Geothermal Energy: Utilization and Technology. Paris (UNESCO). Huenges, E. (2010): Geothermal Energy Systems: Exploration, development, and utilization.- Weinheim (Wiley VCH).
--	--	---

1	Modulbezeichnung	GT-E4: Prozessmaschinen und Apparatechnik GT-E4: Process Machinery and Systems Engineering		5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	Prozessmaschinen und Apparatechnik (V) 3 SWS Übungen Prozessmaschinen + Apparatechnik (Ü) 1 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG		
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. E. Schlücker, Prof. Dr.-Ing. S. Becker, Dr.-Ing. Nina Ebel, Dr.-Ing. W. Wirth			
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. E. Schlücker			
5	Inhalt	Die Vorlesung behandelt verschiedene Themen, die weniger apparatespezifisch gehalten sind, sondern Systemeigenschaften und -verhalten vermitteln. • Kunststoffe im Apparate-, Rohrleitungs- und Pumpenbau • Hochdrucktechnik (statisch, dynamisch) • Vakuumpumpen und Vakuumtechnik • Lärm • Maschinenakustik • Druckpulsation und Rohrleitungsschwingungen • Störungsfrüherkennung • Explosionsschutz (ATEX)			
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen weiterführende Themen der Prozessmaschinen und Anlagentechnik bezüglich Systemeigenschaft und Systemverhalten • verstehen die Besonderheiten von Hochdruck- und Vakuumsystemen • bewerten Anlagen und Anlagenkomponenten bezüglich Lärmentwicklung und Maschinenakustik • schätzen den Einfluß von Druckpulsationen und Rohrleitungsschwingungen ab • beherrschen die Grundlagen von Störungsfrüherkennung und Explosionsschutz (ATEX) • sind in der Lage, den Einsatz von Kunststoffen im Apparate-, Rohrleitungs- und Pumpenbau zu planen und einzuschätzen			
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in der Messtechnik, Pumpen- Kompressoren und Apparate-technik.			
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"			
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"			
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 min)			
11	Berechnung der Modulnote	Mündliche Prüfung 100%			
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe			
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte			
14	Dauer des Moduls	1 Semester			
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch			
16	Vorbereitende Literatur	Skript zur Vorlesung Renneberg, H. & Schneider, W. (1998): Kunststoffe im Anlagenbau.- Düsseldorf (DVS-Media). Bertucco, A. & Vetter, G., (2001): High Pressure Process Technology: Fundamentals and Application.- Amsterdam (Elsevier). Maute, D. (2006): Technische Akustik und Lärmschutz.- Leipzig (Fachbuchverlag). Schirmer, W. (1996): Technischer Lärmschutz.- Düsseldorf (VDI-Verlag). Schlücker E. (2015): High-Pressure Technology, Ullmans Eyclopedia.- Weinheim (Wiley-VCH Verlag); 10.1002/14356007.b04_587.pub2			

1	Modulbezeichnung	GT-E5: Reservoirerschließung und -monitoring GT-E5: Reservoir exploration and -monitoring		5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Mikroseismizität (V/Ü) b) Tiefbohrtechnik (V)	3 SWS 1 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Dr. J. Wassermann b) Dipl.-Ing. W. Müller-Ruhe		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	<u>a) Mikroseismizität</u> • Detektion kleiner (relevanter) Ereignisse (Trigger/Picker) • Aufbau von und damit verbundenen Anforderungen an seismischen Netzen im Umfeld von geothermischen Anlagen • Lokalisierung: Einschätzen von Unsicherheiten und deren Genauigkeit • Wellenformähnlichkeiten und deren Einsetzbarkeit zum besseren Verständnis über Vorgänge im Reservoir • Erdbebenstatistik (Gutenberg-Richter, b-Wert, a-Wert, seismogenic Index) • Seismizitätsmodelle und deren Nutzen zur Reservoirsteuerung (Rate-state & fluid - elastische Modellierung). <u>b) Tiefbohrtechnik:</u> • Merkmale und Kriterien der wichtigsten Bohrverfahren • Grundlagen der Gesteinszerstörung beim Bohren • Bohrwerkzeuge, Probenahme- und Kerngewinnungsgeräte • Bohrstrang und Futterrohre • Bohrspülung und Spülungstechnologie • Bohrlochhydraulik • Verrohrungssysteme, Bohrausbau • Bohrgeräte • Bohrlochsicherung • Spezifische bohrlochtechnische Anforderungen • Richt-/Ziel-Bohrungen • Sicherheitstechnik und -management • Bohren von geopressured systems • Bohrlochhavarien • Verfüllung von Bohrungen		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • selbstständig seismische Netzwerke entsprechend der gegebenen Anforderungen planen • seismologische Datensätze auswerten • die Genauigkeiten/Einschränkungen der gewonnenen Daten einordnen • Erdbebenstatistik bewerten und deren Nutzen für die Reservoirsteuerung beschreiben • die Anwendungsbereiche der wichtigsten Bohrverfahren und Bohrgeräte unterscheiden • für die geologische Situation geeignete Bohrwerkzeuge erläutern • für die geologische Situation geeignete Spülungen und Spülungstechnologien nennen • geeignete Maßnahmen zur Bohrlochsicherung und Lösung von Bohrlochhavarien nennen • tiefbohrtechnische Projekte planen und durchführen		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Physik und Geophysik im Umfang des Bachelor "Geowissenschaften".		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Schriftliche Klausur (60 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Mikroseismizität:</u> Lee, W.H.K et al. Eds. (2002): International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Part A. Academic Press		

		Stober, I & Bucher K. (2012): Geothermie, Springer Spektrum Bauer M. et al. Eds (2014): Handbuch tiefe Geothermie: Prospektion, Exploration, Realisierung und Nutzung, Springer Spektrum Positionspaper des FKPE: http://www.geophys.uni-stuttgart.de/agis/positionspapiere <u>b) Tiefbohrtechnik:</u> Arnold, W. (1993): Flachbohrtechnik.- Leipzig, Stuttgart (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie) Economides, M.J.; Watters, L.T. & Dunn-Norman, S. (1998): Petroleum Well Construction.- Chichester (Wiley & Sons).
--	--	---

1	Modulbezeichnung	GT-E6: Recht GT-E6: Law	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Genehmigungs- und Vergaberecht (V) 2 SWS b) Energie- und Rohstoffrecht (V) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) RA A. Bühner b) Dr. S. Sojka	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen
5	Inhalt	• Anlagengenehmigungsrecht einschließlich UVP und Planfeststellungsverfahren • Bergrecht einschließlich Spätfolgenverantwortung, Wasserrecht • Gewässer-, Naturschutz- und Immissionsschutzrecht; Emissionshandelsrecht • Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) • Umweltzivilrecht • Öffentliches Recht, Europarecht • Vergaberecht
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können im Kontext von Bohrvorhaben, seismischen und anderen geophysikalischen Standorterkundungen sowie zur Planung geothermischer Anlagen, Untergrundspeichern und der Vergabe von Dienstleistungen an Dritte • die Grundlagen des Genehmigungs- und Vergaberechts wiedergeben und anwenden • die Grundlagen des Energie- und Rohstoffrechts in Deutschland wiedergeben und anwenden • die Grundlagen des Erneuerbare Energien Gesetzes darlegen und diskutieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (60 min)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Frenz, W. & Muggenborg, H.-J. (2008): Recht für Ingenieure: Zivilrecht, Öffentliches Recht, Europarecht.- Berlin, Heidelberg (Springer).

1	Modulbezeichnung	GT-V1: Sedimentpetrographie-Diagenese-Petrophysik GT-V1: Sedimentary petrography-diagenesis-petrophysics	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	a) Sedimentpetrographie + Diagenese (Ü/S) 2 SWS b) Petrophysik von Reservoiren (S) 1 SWS c) Analytische Methoden (Ü) 1 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG	
3	Lehrende	a) Prof. Dr. A. Munnecke, Dr. L. Caracciolo b) Prof. Dr. R. Sobott c) Dr. L. Caracciolo		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	<u>a) Sedimentpetrographie + Diagenese:</u> Sedimentpetrographische Labormethoden; Struktur und Textur von Sedimentgesteinen; Komponenten siliziklastischer Sedimentgesteine; Zemente, Poren und Kornkontakte; Mikroskopie von Sandsteinen; Mikroskopie von Peliten; Mikroskopie von Pyroklastika und Kieselgesteinen; Sedimentpetrographische Auswertung und Dokumentation; Liefergebietsanalyse und Interpretation; Diagenetische Milieus und Versenkungsgeschichten. <u>b) Petrophysik von Reservoiren:</u> Physikalische Eigenschaften von Gesteinen, theoretische und experimentelle Grundlagen zur Bewertung der Porosität, inneren Oberfläche und Permeabilität von Sedimentgesteinen, direkte und indirekte Labormethoden zur Bestimmung gesteinsphysikalischer Kenndaten und Eigenschaften, Methoden zur Bestimmung petrophysikalischer Eigenschaften aus Bohrlochmessungen, Bedeutung der Petrophysik in Geologie, Reservoir Engineering und Geotechnik. <u>c) Analytische Methoden</u> Ausgewählte quantitative Methoden der Sedimentologie und Reservoiranalyse		
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Die Studierenden können</u> • Detritische Komponenten siliziklastischer, karbonatischer und pyroklastischer Sedimentgesteine beschreiben und benennen. • Authigene Komponenten siliziklastischer, karbonatischer und pyroklastischer Sedimentgesteine beschreiben, benennen und genetisch einordnen. • Die Sedimentprovenanz und Bildungsbedingungen aus Dünnschliffstudien ableiten • Die Grundzüge der Diagenese aus dem Dünnschliffbefund rekonstruieren • die Struktur und Textur von Sedimentgesteinen erkennen und beschreiben • Petrophysikalische Kenngrößen von Sedimentgesteinen ermitteln und bewerten und diese auf Reservoire anwenden • die für eine Problemstellung optimal geeignete Labormethode selbständig anwenden und Ergebnisse interpretieren		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in der Mikroskopie von Sedimentgesteinen, Vorkenntnisse in Physik sowie Vorkenntnisse in der Polarisationsmikroskopie		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 2. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: schriftliche Klausur (90 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Sedimentpetrographie + Diagenese:</u> Adams, A.E., MacKenzie, W.S. & Guilford, C. (1986): Atlas der Sedimentgesteine in Dünnschliffen.- Stuttgart (Enke). Giles, M.R. (1997): Diagenesis: A quantitative perspective.- (Kluwer) Ulmer-Scholle, D.S., Scholle, P.A., Schieber, J. & Raine, R.J. (2015): A color guide to the petrography of sandstones, siltstones, shales, and associated rocks; AAPG Memoir 109. - Tulsa (Amer. Assoc. Petrol. Geol.). <u>b) Petrophysik von Reservoiren:</u>		

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

1	Modulbezeichnung	GT-V2: Geophysik GT-V2: Geophysics	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Geländeübung Geophysik (Ü) 3 SWS b) Seismische Interpretation I-2D (S/Ü) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Prof. Dr. V. Bachtadse, Dr. J. Wassermann b) Dr. H. Fazlikhani	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen (W2 Seismische Interpretation)	
5	Inhalt	<u>a) Geländeübung Geophysik:</u> Vermessung der Geländetopographie, Handhabung von Protonenmagnetometer, Geoelektrik, Bodenradar und Hammerschlagseismik im Gelände. Fehlerquellen bei Messungen. <u>b) Seismische Interpretation I-2D:</u> Seismische Quellen, Empfänger, Meßapparaturen und Aufzeichnungsformate, Meßgeometrie, Seismische Datenbearbeitung, erforderliche Korrekturverfahren, Planungsablauf, Meilensteine und Kosten einer seismischen Meßkampagne, Grundlagen der seismischen Interpretation, Daten- und Fehleranalyse.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Grundlagen der Anwendung geophysikalischer Methoden zur Erkundung des Untergrundes wiedergeben • Geländetopographien selbstständig vermessen • Ein Protonenmagnetometer handhaben • Geoelektrik, Bodenradar und Hammerschlagseismik im Gelände anwenden • Messungen der oben genannten Methoden durchführen, auswerten, Fehlerquellen ermitteln, die Daten auswerten und interpretieren • Grundelemente eines seismischen Messsystems nennen • Planungsablauf und Arbeitsblöcke einer seismischen Meßkampagne definieren • Seismische 2D-Profile interpretieren	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Physik und Geophysik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 2. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: Benotete Hausarbeit (max. 20 Seiten)	
11	Berechnung der Modulnote	Hausarbeit 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Geländeübung Geophysik:</u> Burger, H.R. (1992): Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface.- Englewood Cliffs (Prentice-Hall). Everett, M.E. (2013): Near-Surface Applied Geophysics.- Cambridge (Cambridge University Press). Parasnis, D.S. (1997): Principles of Applied Geophysics.- London (Chapman & Hall). Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sheriff, R.E. (1990): Applied Geophysics.- Cambridge (Cambridge University Press). <u>b) Seismische Interpretation I-2D:</u> von Hartmann, H., Beilecke, T., Bunes, H., Musmann, P., Schulz, R. (2015): Seismische Interpretation für tiefe Geothermie.- Geol. Jb. B104, Hannover (BGR).	

1	Modulbezeichnung	GT-V3: Reservoir-Geomechanik GT-V3: Reservoir engineering	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Reservoir-Geomechanik (V/Ü) 2 SWS b) Spannungsfeldanalyse/Monitoring (V/Ü) 2 SWS	 
3	Lehrende	a) Prof. Dr. K. Thuro/TUM b) Prof. Dr. K. Thuro/TUM	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K. Thuro/TUM
5	Inhalt	a) Reservoir-Geomechanik: • Geomechanische Kennwerte: Ermittlung, Wertespannen, Abhängigkeiten • Mechanische Stratigraphie und Gesteinsversagen • Geomechanische Lagerstättenmodellierung • Upscaling und Korrelation von Bohrlochdaten mit Seismik • Kluftnetzwerke, Störungszonen und deren Parameter • Bohrlochintegrität, Bohrlochausbrüche und Spannungsrückrechnung • Druck- und Deformationsmessungen im Bohrloch, Messsonden • Porendruck, Rissdruck, Temperatur • Reservoirdrücke, Spülungsdrücke, Druckprognose • Erstellung von Kluft-Störungsmodellen auf Bohrloch- und Reservoirskala • Injektions- und Produktionstests b) Spannungsfeldanalyse/Monitoring: • Spannungsfeldanalyse: Datenakquise, Magnitude und Orientierung • Regionale und lokale Spannungsfelder • Reservoirgeometrien, Kompartimente, Störungs- und Spannungsregime • Einfluß von Störungen und Lithologiewechseln auf Spannungszustände • Einfluß geomechanischer Variablen • Spannungsfeldprognose • Spannungsänderungen durch Produktion/Injektion • Lagerstättenmodelle, Modellkalibration • Analysemethoden für hydraulische Stimulation, Stimulationsmaßnahmen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • die mechanischen Kennwerte eines Reservoirs ermitteln und bewerten • die hydraulischen Meßgrößen einer Bohrung bewerten • Geeignete Methoden zur optimierten Entwicklung des jeweiligen Reservoirtyps nennen • Spannungsfeldanalysen durchführen und den Reservoirbetrieb optimieren • Ursachen induzierter Spannungsänderungen bewerten • Für individuelle Reservoirs geeignete Stimulationsmaßnahmen nennen und diskutieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Tektonik & Strukturgeologie, Technischer Mechanik & Felsmechanik bzw. Ingenieurgeologie
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (90 min)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch
16	Vorbereitende Literatur	a) Reservoir-Geomechanik: Ahrens, T. J. (ed.), (1995): Rock physics & phase relations.- AGU reference shelf Vol. 3, Washington (American Geophysical Union) Mavko, G., Mukerji, T., Dvorkin, J. (1998): The rock physics handbook.- Cambridge, Cambridge University Press Schön, J. H. (2015): Physical properties of rocks, fundamentals and principles of petrophysics, 2. Auflage.- Amsterdam (Elsevier) b) Spannungsfeldanalyse/Monitoring: Zoback, M.D. (2010): Reservoir Geomechanics.- Cambridge (Cambridge University Press)

1	Modulbezeichnung	GT-V4: Energiewirtschaft und Umweltrecht GT-V4: Energy Economy and Environmental Law	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Energiewirtschaft und Umweltrecht (V/Ü) 3 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. J. Karl	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. J. Karl	
5	Inhalt	Die Vorlesung behandelt aktuelle Problemstellungen der Energiewirtschaft und der Umweltgesetzgebung. Insbesondere werden im ersten Teil die Kosten verschiedener Konzepte und Technologien zur Energieversorgung verglichen und diskutiert: Teil 1: Energieversorgung des 21. Jahrhunderts • Grundlagen der konventionellen Strom- und Wärmeerzeugung • Wirtschaftliche Rahmenbedingungen der Energiewandlung • Finanzierungsmodelle für die Energiewirtschaft Der zweite Teil der Vorlesung befasst sich mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen der Energiewirtschaft: Teil 2: Gesetzliche Rahmenbedingungen • Umweltrechtliche Rahmenbedingungen (Bundesimmissionsschutzgesetze und Verordnungen, TA Luft, Emissionshandel, Energieeinsparverordnung, Umweltverträglichkeitsprüfung) • Förderpolitische Maßnahmen (EEG, KWK-Gesetz, Ökosteuern, Energiewirtschaftsgesetz) • Richtlinien zum Netzbetrieb (DVGW-Richtlinien, Einspeiseverordnung, Verbändevereinbarung) Im dritten Teil der Vorlesung werden Szenarien für eine künftige Energiewirtschaft diskutiert: Teil 3 Szenarien für die künftige Energieversorgung • Netze und Versorgungssicherheit • Speichertechnologien • Virtuelle Kraftwerke Im Rahmen der Übung wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung (Liquiditätsplanung) für eine Energieversorgungsanlage anhand eines selbstgewählten Beispiels durchgeführt und präsentiert. Zudem wird anhand konkreter Aufgabenstellungen der Umgang mit Gesetzestexten (z.B. Ermittlung von Emissionsgrenzwerten) geübt.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können: • verschiedene Optionen zur Energieversorgung wirtschaftlich beurteilen • mit den für die Energiewirtschaft relevanten Gesetzestexten umgehen • unterschiedliche Szenarien für die künftige Energieversorgung erläutern • eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung selbstständig durchführen	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Grundkenntnisse der Energietechnik	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 min)	
11	Berechnung der Modulnote	mündlichen Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung auf StudOn	

1	Modulbezeichnung	GT-V5: BWL für Ingenieure (BWL-ING) GT-V5: Business Administration for Engineers	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) BWL für Ingenieure (V) 3 SWS b) BWL für Ingenieure Übung (Ü) 1 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Prof. Dr. K.-I. Voigt, D. Kiel, MSc b) D. Kiel, MSc	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. K.-I. Voigt	
5	Inhalt	BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb BW 3 (Unternehmensgründung): Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung): Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre - verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen - erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb. - können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen - wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (60 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	Voigt, K.-I. (2008): Industrielles Management.- Berlin, Heidelberg (Springer).	

1	Modulbezeichnung	GT-F1: Seismische Reservoirinterpretation GT-F1: Seismic reservoir interpretation	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	a) Seismische Interpretation II-3D (S/Ü) 2 SWS b) Seismo- und Sequenzstratigraphie (S/Ü) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG	
3	Lehrende	a) Dr. H. Fazlikhani b) Prof. Dr. H. Stollhofen		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen / W2 Seismische Interpretation & Tektonik		
5	Inhalt	<u>a) Seismische Interpretation II-3D:</u> Meßgeometrien bei 2D- und 3D-Messungen, Methoden der seismischen Datenbearbeitung, Grundlagen der 3D-Datenanalyse, Interpretationstechniken bei der strukturellen und stratigraphischen Analyse, seismische Signaturen, Attributanalyse, seismische Inversion, Kalibration seismischer Daten, Zeit-Tiefen-Konversion, Grundlagen der 3D-Modellierung, Modellierung von Versenkungsgeschichte, Temperatur- und Reifeentwicklung, Reservoirbewertung, Fallstudien. <u>b) Seismo- und Sequenzstratigraphie:</u> Konzepte der Seismo- und Sequenzstratigraphie, grundlegende Definitionen, Sequenzanalyse reflexionsseismischer Daten, Sequenzstratigraphische Interpretation von Bohrloch- und Oberflächenaufschluß-Daten, Korrelationsstudien, Quantifizierung sequenzstratigraphischer Kontrollparameter, sequenzstratigraphische Modellierung, Fallstudien zur Anwendung sequenzstratigraphischer Konzepte in der Lagerstättenexploration.		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Meßgeometrien bei 2D- und 3D-Messungen erläutern, die Vorgehensweise bei seismischen Studien beschreiben, die Kalibration seismischer Daten selbstständig vornehmen • Grundlagen der 3D-Datenanalyse wiedergeben, geeignete Interpretationstechniken bei strukturellen und stratigraphischen Analyse nennen, die Versenkungsgeschichten, Temperatur- und Reifeentwicklung modellieren • Grundlegende seismische Interpretationsmethoden beschreiben, erläutern und anwenden • Konzepte der Seismo- und Sequenzstratigraphie erläutern und selbstständig anwenden • das Potential für Modell-Erstellungen und –limits abschätzen • sequenzstratigraphische Kontrollparameter nennen und erläutern • Fallstudien zur Anwendung sequenzstratigraphischer Konzepte in der Lagerstättenexploration verstehen, erklären und ausarbeiten		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in sowie Vorkenntnisse in der sedimentfaziellen Interpretation		
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie" 3. Semester des Masterstudienganges "Geowissenschaften"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie" Pflichtmodul für Studierende mit Vertiefungsrichtung "Angewandte Sedimentologie und Georessourcen" im Master-Studiengang "Geowissenschaften"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: Schriftliche Klausur (60 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Seismische Interpretation II-3D:</u> Brown, A.R. (1999): Interpretation of Three-dimensional Seismic Data.- AAPG Memoir Vol. 42, Tulsa (AAPG). Veeken, P.C.H. (2007): Seismic Stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterization.- Handbook of Geophysical Exploration Vol. 37, Amsterdam (Elsevier). <u>b) Seismo- und Sequenzstratigraphie:</u> Emery, D. & Myers, K. J. (1996): Sequence Stratigraphy.- Oxford (Blackwell Science). Posamentier, H. W. & Allen, G. P. (1999): Siliciclastic Sequence Stratigraphy: Concepts and Applications.- SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology Vol. 7, Tulsa (SEPM).		

1	Modulbezeichnung	GT-F2: Reservoirmodelle GT-F2: Reservoir models	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Reservoirgeologie (S/Ü) 2 SWS b) Reservoirmodellierung (S/Ü) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Dr. M. Drews b) Dr. Luca Caracciolo	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	<u>a) Reservoirgeologie:</u> • Geosystemanalyse, Differenzierung von Ressourcen- und Reservoirmodellen • Geothermische Reservoirtypen und KW-Reservoirtypen • Kompositionelle und textuelle Klassifikation, Reservoirfluide • Petrophysik von klastischen, karbonatischen und kristallinen Reservoirs • Ablagerungsmilieus und Stratigraphie • Diagenese, Deformation, Karst • Kluft- und Störungskontrollierte Reservoirs • Fallstudien • Reservoirspezifische Höffigkeitsprognosen, Bestimmung von Zuflusszonen • Geländegestützte Analogstudien in klastischen, karbonatischen, kristallinen Reservoirs. • Interpretation von Bohrlochlogs und Bohrklein zur Reservoircharakterisierung. • Optimierung von Explorations-Strategien und Qualitätsmanagement. <u>b) Reservoirmodellierung:</u> • Modellierungstechniken • Geologische Körper, Materialeigenschaften, Gesteinsmodelle • Seismische Stratigraphie, seismische Fazies • Diskriminierung und Skalierung der Permeabilitätsanisotropie • Messungen während des Bohrvorgangs, Bohrlochmessungen • Produktions- und Injektionstests • Einschränkungen, Unsicherheiten, Modell-Limits • Reservoirmodell-Typen • Von der statischen zur dynamischen Reservoirmodellierung, Simulation • Fallbeispiele • Reservoirmanagement • Produktivitätssteigernde Massnahmen (enhanced recovery)	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können: • Reservoirtypen definieren • Seismische Daten interpretieren und zu reservoirgeologischen Modellen transferieren • Höffigkeitsprognosen erstellen • Bohrziele herleiten • Die geologischen Kontrollfaktoren auf die Speicherqualitätsmerkmale Porosität und Permeabilität bestimmen • Skalenübergreifende Reservoircharakterisierung durchführen, insbesondere der karbonatischen Reservoirs • Geosystem-spezifische Explorationsmethoden bestimmen inklusive der petrothermalen Systeme • Empfehlungen für die Feldesentwicklung ausgeben	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Vorkenntnisse in Strukturgeologie, Petrophysik, Bohrlochgeologie, Sedimentologie	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (90 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	

16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Reservoirgeologie:</u> Ahr, W.M. (2008): Geology of Carbonate Reservoirs: The Identification, Description and Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in Carbonate Rocks.- New Jersey (Wiley). Moore, C.H. & Wade, W.J. (2013): Carbonate Reservoirs: Porosity and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework, (Developments in Sedimentology, 67) Amsterdam (Elsevier). <u>b) Reservoirmodellierung:</u> Grant, M.A. & Bixley, P.F. (2011): Geothermal Reservoir Engineering, 2. Auflage.- Amsterdam (Elsevier). Groshong, Jr, R.H. (2008): 3D Structural Geology: A practical guide to quantitative surface and subsurface map interpretation, 2nd edition.- Heidelberg (Springer). Ringrose, P. & Bentley, M. (2014): Reservoir Model Design: A Practitioner's Guide.- Heidelberg (Springer). Tearpock, D.J. & Bischke, R.E. (2002): Applied subsurface geological mapping with structural methods, 2nd edition.- Prentice Hall (PTR-Verlag). Voigt, H.-D. Lagerstättentechnik. Berechnungsmethoden für das Reservoir Engineering.- Heidelberg (Springer).
----	-------------------------	---

1	Modulbezeichnung	GT-F3: Reservoirfluide GT-F3: Reservoir fluids	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Mineralogie der Gesteins-Fluid-Interaktion (S/Ü) 2 SWS b) Hydrochemie, Korrosion und Scalings (V/Ü) 2 SWS	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	a) Prof. Dr. M. Göbbels/FAU b) PD Dr. T. Baumann/TUM	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Göbbels
5	Inhalt	<u>a) Mineralogie der Gesteins-Fluid-Interaktion:</u> • Grundlagen Mineralwachstum/-auflösung • Hydrothermale bis telethermale Mineralbildung/-auflösung • Thermodynamische Ansätze • Untersuchungsmethoden • Konsequenzen für Gesteins-Fluid-Interaktion • Konsequenzen für Geothermieranlagen • Fallbeispiele <u>b) Hydrochemie, Korrosion und Scalings:</u> • Hydrogeochemische Eigenschaften typischer Tiefengrundwasserleiter • Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht • Gesetze zur Löslichkeit von Gasen im Wasser • Hydrogeochemische Prozesse • Hydrogeochemisches Untersuchungsprogramm zur Charakterisierung und Auslegung von tiefengeothermischen Anlagen • Validierung hydrochemischer Analysen • Interpretation von Monitoringdaten • Auswirkungen der Löslichkeit von Spurengasen auf hydrochemische Gleichgewichte • Berechnung der Zusammensetzung von Tiefenwässern und Gasphasen aus Analysendaten • Berechnung der Partialdrücke von Gasen im Thermalwasser. • Berechnung und Bewertung der potentiellen Ausfällungen bei Unterschreitung des Entgasungsdrucks. • Konditionierung von Tiefengrundwässern zur Verhinderung von Ausfällungen und Korrosion • Langfristige Entwicklung einer geothermischen Dublette
6	Lernziele und Kompetenzen	• Die Studierenden wissen die hydrogeochemischen Eigenschaften typischer Tiefengrundwasserleiter und die wesentlichen hydrogeochemischen Prozesse. • Die Studierenden verstehen das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Sie kennen die Gesetze zur Löslichkeit von Gasen im Wasser. • Die Studierenden können das hydrogeochemische Untersuchungsprogramm zur Charakterisierung und Auslegung von tiefengeothermischen Anlagen planen und praktisch durchführen. • Die Studierenden können hydrochemische Analysendaten aus Tiefengrundwasserleitern analysieren sowie validieren und anhand der hydrochemischen Daten Rückschlüsse auf die geochemische Zusammensetzung des Reservoirs ziehen. • Sie können die Auswirkungen der Löslichkeit von Spurengasen auf hydrochemische Gleichgewichte analysieren und die Zusammensetzung der Gasphase berechnen. • Die Studierenden können aus hydrochemischen Analysendaten die Zusammensetzung des Tiefenwassers berechnen. • Die Studierenden sind in der Lage die hydrogeochemischen Prozesse entlang des gesamten Geothermiekreislaufs quantitativ zu berechnen. Sie können die Auswirkungen technischer Maßnahmen (Druckhaltung, Säuerung, ...) im Geothermiekreislauf bewerten. • Die Studierenden sind in der Lage Ausfällungen in Geothermieranlagen zu prognostizieren und Gegenmaßnahmen zu entwickeln. • Die Studierenden können die Konditionierung von Tiefengrundwässern zur Verhinderung von Ausfällungen und Korrosion planen und die Umsetzung überwachen. • Die Studierenden sind in der Lage die langfristige Entwicklung einer geothermischen Dublette vorherzusagen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Klausur (90 min)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%

12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Vorbereitende Literatur	Appelo, C.A.J. & Postma, D. (2005): Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd edition.- Amsterdam (Balkema) Carlé, W. (1975): Die Thermal- und Mineralwässer von Mitteleuropa. Geologie, Chemismus, Genese.- Stuttgart (Wiss. Verlagsges.) Parkhurst, D. & Appelo, C.A.J. (2014): Description of Input and Examples for PHREEQC Version 3 - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A43. http://pubs.usgs.gov/tm/06/a43/ Parkhurst, D. & Appelo, C.A.J. (2014): PHREEQC (Version 3) - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey. http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/ Reimann, C. & Birke, M. (2010): Geochemistry of European Bottled Water.- Stuttgart (Borntraeger)

1	Modulbezeichnung	GT-F4: Reservoirhydraulik GT-F4: Reservoir hydraulics	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	a) Strömungs- u. Wärmetransportmodellier. (V/Ü) 2 SWS b) Geohydraulik (V/Ü) 2 SWS	Technische Universität München 	
3	Lehrende	a) Dr. K. Zosseder, Dr. A. Rein, Prof. Dr. F. Einsiedl/TUM b) Dr. K. Zosseder, Dr. A. Rein, Prof. Dr. F. Einsiedl/TUM		
4	Modulverantwortliche/r	Dr. K. Zosseder/TUM		
5	Inhalt	<u>a) Strömungs- und Wärmetransportmodellierung:</u> • Grundprinzipien der Grundwasserströmung • Anwendungsfälle für die Grundwassermodelle • Datenrecherche und Datenverarbeitung als Input für Grundwassermodelle • Interpolationsmethodik • Einschätzung der Datenqualität • Aufbau eines hydrogeologischen Modells • Numerische Methoden in der Grundwassermodellierung • Modellaufbau, Diskretisierung und Randbedingungen • Parametrisierung des Grundwassermodells • Durchführung des Rechenlaufs, Kalibrierung und Validierung des Grundwassermodells • Interpretation und Post-Processing der Ergebnisse • Aufbau eines Transportmodells <u>b) Geohydraulik:</u> • Anwendung des Darcy-Gesetzes • Wassertransport im Boden • Hydraulische Tests bei der Bohrung und Brunnenentwicklung • Auswertung von Pumpversuchen in porösen Aquiferen • Auswertung von Pumpversuchen in geklüftete Aquiferen mit Matrixporosität • Tracerhydrogeologie		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Einfache Strömungs- und Transportmodellierungen durchführen und Modell-unsicherheiten abschätzen. • Modellergebnisse vergleichen und Simulationen bewerten. • Komplexe hydrogeologische Fragestellungen verstehen und mathematisch beschreiben. • Hydraulische Tests wie Pumpversuche in Locker- und Festgesteinen auswerten, interpretieren und die hydrogeologischen Zusammenhänge verstehen. • Hydraulische Maßnahmen bei der Bohrung und der Brunnentwicklung bewerten. • Hydraulische Fragestellungen in Grundwasserleitern in mathematische Gleichungen fassen und sie in Modelle integrieren.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Grundkenntnisse der Hydrogeologie, sowie der Mathematik, Physik und Chemie.		
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Benotete, schriftliche Projektarbeit (max. 15 Seiten)		
11	Berechnung der Modulnote	Projektarbeit 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Vorbereitende Literatur	<u>a) Strömungs- und Wärmetransportmodellierung:</u> Anderson, M.P., Woessner, W.W. (1992): Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. Academic Press, San Diego, 381 pp. Fetter, C. W. (1999): Contaminant Hydrogeology, 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, 500 pp.(1st edition: 1993). Holzbecher, E. (1996): Modellierung dynamischer Prozesse in der Hydrologie - Grundwasser und ungesättigte Zone. Springer, Heidelberg, 211 pp.		

	Kinzelbach, W., Rausch, R. (1995): Grundwassermodellierung - Eine Einführung mit Übungen. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 283 pp. Mattheß, G., Ubell, K. (1983): Allgemeine Hydrogeologie, Grundwasserhaushalt. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 438 pp. (2nd edition: 2003). Rausch, R., Schäfer, W., Wagner, Ch. (2002): Einführung in die Transportmodellierung im Grundwasser. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 183 pp. Diersch, H.-J. G. (2014): FEFLOW - Finite Element Modeling of Flow, Mass and Heat Transport in Porous and Fractured Media. Springer, Berlin, Heidelberg, 996 pp. <u>b) Geohydraulik:</u> Bear, J. (1972): Dynamics of Fluids in Porous Media. Elsevier, New York, 764 pp. Renard, P. (2005): Hydraulics of Wells and Well Testing. - John Wiley & Sons, New York. Sterrett, R. [Ed.] (2007): Groundwater & Wells, Third Edition, Johnson, New Brighthon. Fetter, C. W. (2001): Applied Hydrogeology, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, 598 pp. Todd DK, Mays LW (2005): Groundwater Hydrology, 3rd ed. Wiley, Hoboken, NJ, 636 pp.
--	---

1	Modulbezeichnung	GT-F5: Energiesysteme GT-F5: Energy systems	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Numerische Berechnung energet. Systeme (V/Ü) 3 SWS	Technische Universität München TUM
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. H. Spliethoff, Dr.-Ing. Ch. Wieland/TUM	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. H. Spliethoff/TUM	
5	Inhalt	Die Vorlesung behandelt numerische Berechnungsmethoden im Allgemeinen und für energetische Systeme im Speziellen (u.a. Matlab, ANSYS CFX/Fluent). - Einführung: Fehleranalyse, Vorgehensweise einer Simulation, Problemstellungen im Bereich der Energiesysteme - Grundlagen von statischen und dynamischen Kreislauf- und Prozesssimulationen, sowie Wärmeübertragungsproblemen. - Numerische Berechnung von Differentialgleichungen: gewöhnliche Differentialgleichungen, Anfangswertprobleme, Randwertprobleme, Finite-Elemente-Methode, partielle Differenzialgleichungen, parabolische PDGn (FDM), hyperbolische PDGn (FDM), elliptische PDGn (FDM, FEM), Lösung einer Transportgleichung mit Hilfe von Finite-Volumen-Verfahren - Numerische Strömungsmechanik: Gleichungen der Fluidmechanik, Post-Prozessor, Turbulenzmodellierung, Diskretisierung der Gleichungen, Diskretisierung des Berechnungsgebiets, Konvergenz der numerischen Lösung, Tipps und Erfahrungen zur erfolgreichen Modellbildung - Erweiterte Modelle für die numerische Strömungsmechanik: Mehrkomponentenströmungen, Mehrphasenströmungen, Energietransport durch Strahlung, chemisch reagierende Strömungen, heterogene Verbrennungsreaktionen Als Anwendungsbeispiele wird die Nutzung der Geothermie zu Heizzwecken und zur Stromerzeugung herangezogen: - Einführung: Ursprung, Potentiale und Erschließungstechnologien der Geothermie. - Nutzung oberflächennaher Geothermie: Wärmepumpen zur Deckung der Wärmeversorgung - Nutzung Tiefengeothermie: Stromerzeugungsarten und KWK-Varianten, Integration von Tiefengeothermie in Fernwärme	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können - grundlegende Methoden zur Lösung numerischer Probleme nennen und anwenden. - Die Anwendung dieser Methoden auf abstrakte und konkrete Fragestellungen sollen durch die Vorlesung vermittelt werden. - Die Studierenden sollen im Selbststudium die erlernten Methoden auf geologische Fragestellungen anwenden. - Im zweiten Teil des Moduls sollen die energetischen Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie vermittelt werden. Ein anwendungsnaher Praxisbezug mit Exkursion soll hergestellt werden. - Notwendige verfahrenstechnische Komponenten und Betriebsprobleme werden vorgestellt, diskutiert und verstanden.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (90 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe als Blockkurs	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	a) Numerische Berechnung energetischer Systeme: Vorlesungsskript b) Nutzungsmöglichkeiten geothermischer Energie: Vorlesungsskript	

1	Modulbezeichnung	GT-SQ1: Schlüsselqualifikation I GT-SQ1: Key qualification I	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	a) Bürgerbeteiligung I (V) 2 SWS b) Bürgerbeteiligung II (V) 2 SWS	Technische Universität München	
3	Lehrende	a) Prof. Dr. T. Hamacher/TUM b) PD Dr. phil. Jörg-Wilhelm Wernecke/TUM		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. T. Hamacher/TUM		
5	Inhalt	<u>a) Bürgerbeteiligung I:</u> - Theoretische Grundlagen zur Funktion einer modernen Demokratie - Moderne Volkswirtschaften, komplexe Infrastrukturen und Bürgerbeteiligung - Vorgehensweisen installierter Genehmigungsverfahren - Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung - Konfliktlösungen - Besuch des Bayerischen Landtages - Besuch der Regierung von Oberbayern <u>b) Bürgerbeteiligung II:</u> - Praktische Umsetzung von Bürgerbeteiligungsverfahren - Planspiel zur Umsetzung von Bürgerbeteiligungsverfahren - Teilnahme an aktuellem Bürgerbeteiligungsverfahren - Erstellung von Bürgergutachten für Gemeinden		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können - Verfahren des Ausbaus von Infrastrukturprojekten beschreiben. - die Grundlagen der Demokratie und demokratischer Entscheidungsverfahren (theoretische Grundlagen, direkte und repräsentative Demokratie, Gesetzgebungsverfahren, usw.) darlegen; - Genehmigungsverfahren in Deutschland und Möglichkeiten und Verfahren der Bürgerbeteiligung klassifizieren; - Fallbeispiele zu Infrastrukturprojekten (z. B. Flughäfen, Stromleitungen) und Umsetzungsproblemen (z. B. Flughafen Frankfurt, Stuttgart 21) benennen; - den Prozess der Erstellung eines Bürgergutachtens für eine Gemeinde strukturieren und konzipieren.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine, jedoch Empfehlung: Erfolgreicher Abschluss der LV Bürgerbeteiligung I		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester des Masterstudiengangs "GeoThermie/GeoEnergie"		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: schriftliche Klausur (90 min)		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur 100%		
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im SoSe		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	2 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Vorbereitende Literatur	Theo Schiller, T. (2002): Direkte Demokratie - Eine Einführung <Campus Studium>.- Frankfurt, New York (Campus-Verlag).		

1	Modulbezeichnung	GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II GT-SQ2: Key qualification II	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	Industriepraktikum (4 Wochen)	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG	
3	Lehrende	An der Lehre des Master-Studiengangs "GeoThermie/Geo-Energie" beteiligte Dozenten des GeoZentrums Nordbay-ern und des Münchner Geozentrums mit Prüferberechtigung		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	Das Industriepraktikum dient dazu, theoretische Erkenntnisse im Praxisbezug zu vertiefen und auszu-üben. Es soll sowohl fachrichtungsbezogene Kenntnisse in den Naturwissenschaften vermitteln, als auch an betriebsorganisatorische Probleme heranzuführen. Die Studierenden bearbeiten ein angewandtes geologisches Projekt. Die Aufgabenstellung ist in der Regel komplex und verlangt häufig nach einem interdisziplinär arbeitenden Team sowie einem hohen Maß an Selbstverantwortung.		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • beobachtete geowissenschaftliche, technische oder betriebswirtschaftliche Sachverhalte und Zusammenhänge erfassen, protokollieren und in Berichtsform präsentieren. • die angestrebte Spezialisierung im Berufsfeld ausgehend vom Studium der Geowissenschaften aufgrund des gewonnenen Überblicks in der Praxis zu beurteilen • vor und nachgeschaltete Projektschritte in ihrem komplexen Zusammenwirken beurteilen und beschreiben • die soziale Seite des Arbeitsprozesses aufgrund der sekundären Sozialisierung im Betrieb erfassen und den Betrieb auch als soziale Struktur beschreiben • seine/ihre künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit im Betrieb einschätzen		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme			
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 3		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Unbenotete Hausarbeit (max. 15 Seiten)		
11	Berechnung der Modulnote	Hausarbeit 0%		
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 50 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Vorbereitende Literatur	Wird individuell vom Dozenten ausgegeben		

1	Modulbezeichnung	GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II GT-SQ2: Key qualification II	5 ECTS-Punkte	
2	Lehrveranstaltungen	Projektarbeit (4 Wochen)	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG	
3	Lehrende	An der Lehre des Master-Studiengangs "GeoThermie/Geo-Energie" beteiligte Dozenten des GeoZentrums Nordbayern und des Münchner Geozentrums mit Prüferberechtigung		
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen		
5	Inhalt	Die Inhalte orientieren sich am jeweiligen Projekt		
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • ihre Detailkenntnisse im Gebiet der Geowissenschaften demonstrieren. Sie können im Kontext des Projektthemas zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren. • wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, detailliert darlegen und kritisch erörtern. • für eine grundlagenorientierte, praktische Fragestellung aus dem Bereich der Geowissenschaften eigenständig eine Lösungsstrategie und Zielsetzung definieren und einzelne Lösungsansätze skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen. • wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben detailliert darlegen und kritisch erörtern. • zur Projektbearbeitung selbständig optimal geeignete Methoden auswählen und diese Auswahl begründen. Sie können darlegen, wie sie die Methoden auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinausweisende Ergebnisse sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren. • die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben. • die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen planen und dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erreichen.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme			
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 3		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Unbenotete Hausarbeit (max. 15 Seiten)		
11	Berechnung der Modulnote	0%		
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester		
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 50 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Vorbereitende Literatur	Wird individuell vom Dozenten ausgegeben		

1	Modulbezeichnung	GT-SQ2: Schlüsselqualifikation II GT-SQ2: Key qualification II	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Geländeübungen (12 Tage)	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	Dozenten des GeoZentrums Nordbayern	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen
5	Inhalt	• Grundlagen der Regionalen Geologie, der Beckenentwicklung und des Strukturinventars ausgewählter Exkursionsgebiete; Prozessorientierte Betrachtung ausgewählter Reservoirgesteine. • Exploration und Erschließung von geothermischen, konventionellen und unkonventionellen Reservoirgesteinen und Untergrundspeichern • Konzeption, Betriebsabläufe und potentielle Störfälle geothermischer Energieanlagen • Konzeption, Genehmigungsverfahren und Durchführung von Flach- und Tiefbohrungen • Bohrkernarchive
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • die regionale Geologie und geodynamische Position ausgewählter Exkursionsgebiete sowie Strukturinventar- und Faziesmuster der auftretenden Sedimentbecken beschreiben • aus den einzelnen Aufschlüssen des Gesamtgebietes oder anhand von Bohrkernen und Analysendaten die Genese der vorliegenden Gesteine erklären und ihre Reservoirigenschaften erläutern • geeignete Methoden zur Dokumentation wissenschaftlicher oder technischer Sachverhalte auswählen und anwenden • in Gruppen kooperativ und verantwortungsvoll gemeinsam vor Ort Aufgaben lösen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul für Studierende im Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: Unbenotete Hausarbeit (max. 15 Seiten)
11	Berechnung der Modulnote	Hausarbeit 0%
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h Zusammen: 150 h entsprechend 5 ECTS Punkte
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Vorbereitende Literatur	Wird individuell vom Dozenten ausgegeben

1	Modulbezeichnung	Masterarbeit Master thesis	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	a) Schriftliche Masterarbeit 750 h b) Verteidigung der Masterarbeit 150 h	 FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
3	Lehrende	An der Lehre des Master-Studiengangs "GeoThermie/Geo-Energie" beteiligte Dozenten des GeoZentrums Nordbayern und des Münchner GeoZentrums mit Prüferberechtigung	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. H. Stollhofen	
5	Inhalt	Masterarbeit je nach Thema	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erwerben die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Fragestellung über einen längeren Zeitraum zu verfolgen, das entsprechende Arbeitsprogramm unter Anleitung zu entwerfen und innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig zu bearbeiten • entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme • gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches um und reflektieren diese • sind in der Lage, geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anzuwenden und weiterzuentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen • können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	mindestens 60 erworbene ECTS-Punkte bei Themenvergabe	
8	Einpassung in Musterstudienplan	Ab Studiensemester 4	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Master-Studiengang "GeoThermie/GeoEnergie"	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Masterarbeit (40-60 Seiten) Vortrag (20 min)	
11	Berechnung der Modulnote	Masterarbeit 83,33% Vortrag 16,67%	
12	Turnus des Angebots	WiSe und SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 840 h Zusammen: 900 h entsprechend 30 ECTS Punkte	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Vorbereitende Literatur	Wird vom Dozenten ausgegeben	