

Modulhandbuch

Water Science & Engineering

(M. Sc.)

Wintersemester 2016/2017
Stand 12.09.2016

KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften



Herausgeber:

Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
76128 Karlsruhe
www.bgu.kit.edu

Fotografien:

- | | | |
|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. Harald
Horn | 2. Bettina
Waibel | 3. IWG-
Hydrologie |
| 4. Harald
Horn | 5. Ulrike
Scherer | 6. IWG-
Hydrologie |

Ansprechpartner:
jan.wienhoefer@kit.edu

Inhalt

1	Studienplan	5
1.1	Ziele des Studiums	5
1.2	Aufbau des Studiums	6
	Advanced Fundamentals (AF).....	7
	Cross-Cutting Methods & Competencies (CC)	7
	Profilstudium (P)	7
	Profil A: Water Technologies & Urban Water Cycle (PA).....	8
	Profil B: Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering (PB).....	8
	Profil C: Environmental System Dynamics & Management (PC)	8
	Profil D: Water Resources Engineering (PD).....	8
	Supplementary Modules (P/SM)	9
	Study Project	9
	Master's Thesis/Masterarbeit	10
	Überfachliche Qualifikationen.....	10
	Zusatzleistungen.....	10
1.3	Übersicht über Fächer und Module	12
	Persönlicher Studienplan & Mentoring	12
	Tabelle 1: Module AF - Advanced Fundamentals.....	13
	Tabelle 2: Module CC - Cross-Cutting Methods & Competencies	14
	Tabelle 3: Module PA - Water Technologies & Urban Water Cycle	16
	Tabelle 4: Module PB - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering	17
	Tabelle 5: Module PC - Environmental System Dynamics & Management.....	18
	Tabelle 6: Weitere Supplementary Modules.....	19
1.4	Modellstudienpläne	20
	Modellstudienplan Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle	21
	Modellstudienplan Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering	22
	Modellstudienplan Profil C - Environmental System Dynamics & Management....	23
	Modellstudienplan Profil D - Water Resources Engineering	24
1.5	Erfolgskontrollen: Prüfungen und Studienleistungen	25
	Anmeldung.....	25
	Abmeldung.....	25
	Wiederholung.....	25
2	Modulbeschreibungen.....	27
2.1	Erläuterung der Modulcodes	27
2.2	Module im Fach Advanced Fundamentals	28
2.3	Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies	44
2.4	Module Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle	73
2.5	Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering	92
2.6	Module Profil C - Environmental System Dynamics & Management.....	114
2.7	Weitere Supplementary Modules	136
2.8	Study Project	148
2.9	Master's Thesis.....	150
3	Abkürzungen.....	153
4	Index.....	155

1 Studienplan

Das Modulhandbuch ist das maßgebliche Dokument, in dem die inhaltliche Struktur des Studiengangs dargestellt ist, und hilft somit bei der Orientierung im Studium. Es beschreibt die zum Studiengang gehörenden Fächer und Module und stellt so die notwendigen Informationen bereit, damit die Studierenden ihr interdisziplinäres Studium sowohl inhaltlich als auch zeitlich auf die persönlichen Bedürfnisse, Interessen und beruflichen Perspektiven zuschneiden können.

Im Studienplan (Kap. 1) werden allgemeine Regelungen aus der Studien- und Prüfungsordnung (SPO) sowie die Struktur des Studiengangs spezifiziert, beispielsweise sind hier die Zuordnungen einzelner Module zu den Pflicht- und Wahlpflichtfächern aufgeführt. Die zweite zentrale Funktion des Modulhandbuchs ist die Zusammenstellung der Modulbeschreibungen (Kap. 2), in denen auch weitere Informationen über Voraussetzungen und Empfehlungen für einzelne Module gegeben werden.

1.1 Ziele des Studiums

Der Masterstudiengang *Water Science & Engineering* bietet eine interdisziplinäre, forschungsorientierte Ausbildung an der Schnittstelle wasserbezogener Ingenieur- und Naturwissenschaften. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, selbständig Strategien und technische Lösungsansätze für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Ressource Wasser zu entwickeln. Dabei sind sie tätig in dem komplexen Spannungsfeld zwischen einer effizienten Nutzung der begrenzten Wasservorräte, den steigenden Anforderungen an deren Schutz, dem Umgang mit hydrometeorologischen Extremereignissen und den Auswirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf und wasserbezogene Stoffkreisläufe. Sie sind für eine verantwortungsvolle Tätigkeit in Planungs- und Ingenieurbüros, Industrieunternehmen, im Öffentlichen Dienst, der internationalen Entwicklungszusammenarbeit und der Wissenschaft qualifiziert und erwerben die Befähigung zur Anfertigung einer Dissertation.

Die Absolventinnen und Absolventen erwerben breite und vertiefte Kenntnisse der wasserbezogenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, die auf ihre im Bachelorstudium erworbenen Vorkenntnisse aufbauen. Das Studienangebot an vertiefenden Grundlagen wird durch fundierte Kenntnisse ingenieur- und naturwissenschaftlicher Methoden sowie Querschnittskompetenzen flankiert. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ihre theoretischen Fachkenntnisse in quantitative Ansätze zur Bilanzierung von Systemen umzusetzen und diese analytisch und numerisch zu lösen. Sie können Zustände in der Umwelt präzise fachbezogen beschreiben und Lösungsansätze gegenüber Expertinnen und Experten sowie Laiinnen und Laien in einer verständlichen Form argumentativ vertreten. Durch praktische Übungen in Laboren, Computerpools oder im Gelände erwerben sie die Fähigkeit, Methoden in spezifischen Kontexten selbst anzuwenden. Sie verfügen über fundierte Kompetenzen zur Analyse zeit- und raumbezogener Daten, dem Design von Experimenten und können den

Unsicherheitsbereich von Mess- und Modellergebnissen beurteilen. Die dabei angewendeten Methoden und Vorgehensweisen können reflektiert und an wechselnde Randbedingungen angepasst werden.

Im Spezialisierungsbereich, bestehend aus den vier Profilen „Water Technologies & Urban Water Cycle“, „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“, „Environmental System Dynamics & Management“ und „Water Resources Engineering“, die sich an aktuellen Berufsbildern orientieren, erwerben die Absolventinnen und Absolventen die Kompetenz, in von ihnen ausgewählten Gebieten die vertiefenden Grundlagen mit ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen zu verknüpfen. Dadurch sind Absolventinnen und Absolventen in der Lage, ihr Grundlagenwissen in die Entwicklung innovativer Technologien und Managementkonzepte umzusetzen und in die Praxis zu transferieren. In weiteren frei wählbaren Modulen eignen sie sich Kenntnisse an, die ihr Profil ergänzen, z. B. aus angrenzenden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.

Die Handlungskompetenz der Absolventinnen und Absolventen zur Erarbeitung strukturierter Lösungen wird durch ein interdisziplinäres „Study Project“ gefördert, in dem konkrete Problemstellungen im Rahmen projektbasierter Ansätze bearbeitet werden.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs *Water Science & Engineering* verfügen über ein breites und vertieftes Wissen, eine umfassende Methodenkompetenz und ein fundiertes Verständnis der komplexen Zusammenhänge in Umweltsystemen. Zur Lösung ihrer Aufgaben setzen sie verschiedenste analytische, experimentelle, technische und planerische Methoden ein und können wasserbezogene Problemstellungen unter Berücksichtigung gesellschaftlicher und ökonomischer Kriterien bewerten. Sie setzen sich selbständig mit dem Stand der Forschung auseinander und sind in der Lage, komplexe Fragestellungen zu identifizieren und adäquate Methoden auszuwählen, um diese lösungsorientiert zu bearbeiten. Durch das überwiegend englischsprachige Lehrangebot und die Zusammenarbeit in internationalen Studierenden-Teams können Absolventen und Absolventinnen ihre Ergebnisse auch im internationalen Kontext kommunizieren.

1.2 Aufbau des Studiums

Das Masterstudium *Water Science & Engineering* umfasst 120 Leistungspunkte (LP) und ist in die Fächer

- Advanced Fundamentals, AF (27 LP)
- Cross-Cutting Methods & Competencies, CC (12 LP)
- Profilstudium, P (36 LP)
 - PA Water Technologies & Urban Water Cycle
 - PB Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering
 - PC Environmental System Dynamics & Management
 - PD Water Resources Engineering
- Study Project, SP (15 LP)

sowie die Anfertigung einer Masterarbeit im Umfang von 30 LP gegliedert (Abbildung 1).

Master Thesis + Colloquium					LP		
					30		
Study Project					15		
Profilstudium	Water Technologies & Urban Water Cycle 24 LP	Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering 24 LP	Environmental System Dynamics & Management 24 LP	Water Resources Engineering 24 LP	36		
	Supplementary Modules 12 LP	Supplementary Modules 12 LP	Supplementary Modules 12 LP	Supplementary Modules 12 LP			
Cross Cutting Methods and Competencies					12		
Advanced Fundamentals					27		
Env. Sys. Modeling	Fundamentals of Water Quality	Urban Water Management	Fluid Mech. for Environmental Flows	Hydraulic Engineering		Numerical Fluid Mechanics	Water & Energy Cycles

Abbildung 1: Aufbau des Masterstudiums *Water Science & Engineering*.

Advanced Fundamentals (AF)

Im Fach „Advanced Fundamentals“ werden fortgeschrittene Grundlagen wasserbezogener Ingenieur- und Naturwissenschaften vermittelt. Alle Studierenden hören eine Ringvorlesung zur Umweltsystemmodellierung (s. Tabelle 1). Weiterhin wählen sie aus sieben fachspezifischen Modulen – je nach ihrem Interessengebiet und ihrer gewünschten Spezialisierung (vgl. „Profilstudium“) – vier Module aus dem in Tabelle 1 gelisteten Angebot.

Cross-Cutting Methods & Competencies (CC)

Die fachwissenschaftliche Ausbildung wird durch fundierte Kenntnisse in Querschnittsmethoden und Querschnittskompetenzen flankiert. Die Studierenden wählen Module im Umfang von mindestens 12 LP aus dem Angebot in Tabelle 2. Aufgrund der internationalen Ausrichtung des Studiengangs können im Modul „Sprachenzentrum“ Sprachkurse im Umfang von bis zu 6 LP belegt werden.

Profilstudium (P)

Der Studiengang bietet eine Spezialisierung im Rahmen der drei Profile A - C, die sich an aktuellen Berufsbildern orientieren. Zudem ist im Profil D eine Ausbildung von Generalisten und Generalistinnen im Wasseringieurwesen möglich. Im Profilstudium müssen 36 LP erworben werden.

Die Studierenden wählen zu Beginn ihres Studiums eines der vier Profile. Die Wahl ist spätestens zum Ende des ersten Fachsemesters dem Studierendenservice anzuzeigen.

Profil A: Water Technologies & Urban Water Cycle (PA)

Im Fokus stehen innovative Technologien zur Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung sowie die Gestaltung nachhaltiger urbaner und dezentraler Wassersysteme. Dies beinhaltet die biologischen, chemischen und physikalischen Prozesse der Wasseraufbereitung sowie die Planung und Bemessung von Infrastrukturbauten und Anlagen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Neben fortgeschrittenen technologischen Grundlagen und Anwendungen sind Aspekte der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit von Bedeutung.

Studierende, die das Profil „Water Technologies & Urban Water Cycle“ vertiefen, wählen Module im Umfang von mindestens 24 LP aus dem Modulangebot in Tabelle 3 sowie weitere „Supplementary Modules“ im Umfang von 12 LP.

Profil B: Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering (PB)

In diesem Profil werden fortgeschrittene hydrodynamische Grundlagen und deren Anwendung für Strömungen in der Umwelt sowie bei der Planung und Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen für eine integrierte Nutzung der Gewässer vertieft. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Erhalt und der Regeneration der strukturellen Qualität von Gewässern unter Berücksichtigung ökologischer Fragestellungen. Weiterhin werden fundierte Kenntnisse im physikalischen und numerischen Modellwesen vermittelt.

Studierende, die das Profil „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ vertiefen, wählen Module im Umfang von mindestens 24 LP aus dem Modulangebot in Tabelle 4 sowie weitere „Supplementary Modules“ im Umfang von 12 LP.

Profil C: Environmental System Dynamics & Management (PC)

Im Vordergrund stehen die Prozesse des Wasser-, Stoff und Energiekreislaufs in terrestrischen Umweltsystemen sowie alle Aspekte des integrierten Flussgebietsmanagements. Hierzu zählen Bewirtschaftungsstrategien zum Schutz von Oberflächen- und Grundwasser sowie die Vorhersage wasserbezogener Extremereignisse und die Entwicklung von Präventions- und Adaptions-Maßnahmen zur Schadensminimierung.

Studierende, die das Profil „Environmental System Dynamics & Management“ vertiefen, wählen Module im Umfang von mindestens 24 LP aus dem Modulangebot in Tabelle 5 sowie weitere „Supplementary Modules“ im Umfang von 12 LP.

Profil D: Water Resources Engineering (PD)

Dieses Profil hat als individuelle Spezialisierung den/die Generalisten/in zum Ziel. Somit erfolgt eine Auffächerung auf die drei Profile A bis C.

Studierende, die das Profil „Water Resources Engineering“ vertiefen, wählen Module im Umfang von mindestens 24 LP aus den Tabellen 3 bis 5. Dabei muss aus jedem der drei Profile A bis C mindestens ein Modul gewählt werden. Darüber hinaus werden weitere „Supplementary Modules“ im Umfang von 12 LP gewählt.

Supplementary Modules (P/SM)

Die individuelle Spezialisierung im Rahmen des Profilstudiums wird durch einen freien Wahlbereich ergänzt, mit dem das Profilstudium individuell ausgestaltet werden kann. Als „Supplementary Modules“ können alle fachwissenschaftlichen Module des Studienangebots gewählt werden, für die nicht bereits eine Prüfung abgelegt wurde. Dies können also noch nicht gewählte Module des eigenen Profils, der anderen Profile oder der Fächer AF und CC (mit Ausnahme des Moduls „Sprachenzentrum CC949“) sein. Alternativ können Module aus thematisch angrenzenden Studiengängen des KIT gewählt werden wie Geoökologie (z. B. Fluss- und Auenökologie), Meteorologie, Bauingenieurwesen (z. B. Geotechnik), Angewandte Geowissenschaften (z. B. Ingenieurgeologie), oder Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik. Beispiele für solche Module sind in Tabelle 6 gelistet.

Bei der Wahl der „Supplementary Modules“ berät die Mentorin bzw. der Mentor. Fachlich passende Module, die nicht in den Tabellen 1 bis 6 in diesem Modulhandbuch aufgeführt sind, können ebenfalls als „Supplementary Modules“ in Betracht kommen. In diesem Fall ist ein individueller Studienplan zu erstellen, der von der Mentorin bzw. vom Mentor genehmigt werden muss.

Study Project

Die Studierenden fertigen ein interdisziplinäres „Study Project“ an. Dieses Projekt soll die Studierenden an das selbständige wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben sowie an Fragen des Projektmanagements heranführen. Die Themengebiete der „Study Projects“ sollen insbesondere an den Schnittstellen zwischen den Disziplinen der Wasserforschung des KIT verankert werden. Neben der Kompetenz, Lösungsansätze aus unterschiedlichen Fachgebieten im Kontext des Projekts zusammenzuführen, erwerben sie auch die Fähigkeit, im Team zu arbeiten und die Ergebnisse kritisch zu diskutieren. Für das „Study Project“ werden 15 LP vergeben.

Es ist unbedingt empfehlenswert, die notwendigen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen zur Bearbeitung des „Study Project“ bereits vor dessen Beginn erworben zu haben.

Die Themenvergabe, Betreuung und Bewertung des „Study Project“ erfolgt durch eine hauptberuflich wissenschaftlich tätige Person, die einer der Fakultäten für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften oder für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik angehört und Lehrveranstaltungen im Masterstudiengang *Water Science & Engineering* anbietet. Die Studierenden suchen sich eigenständig eine/n Betreuer/in aus dem von ihnen gewählten Fachgebiet. In Ausnahmefällen sorgt die/der Sprecher/in des Studien-

gangs auf Antrag der oder des Studierenden dafür, dass die/der Studierende innerhalb von vier Wochen ein Thema für das „Study Project“ erhält.

Master's Thesis/Masterarbeit

Die Masterarbeit ist eine eigenständige, wissenschaftliche Arbeit und beinhaltet die theoretische und/oder experimentelle Bearbeitung einer komplexen Problemstellung. Hierzu setzen sich die Studierenden mit dem Stand der Forschung auseinander und wenden die im Studium erworbenen Fachkenntnisse und erlernten wissenschaftlichen Methoden an. Sie können die gewonnenen Ergebnisse schriftlich darstellen, diskutieren und beurteilen sowie die wesentlichen Erkenntnisse im Rahmen eines Vortrags präsentieren und verteidigen. Der thematische Inhalt der Masterarbeit ergibt sich durch die Wahl des Fachgebiets, in dem die Arbeit angefertigt wird.

Die Masterarbeit wird in der Regel im 4. Semester angefertigt. Zur Masterarbeit kann zugelassen werden, wer im Masterstudium *Water Science & Engineering* Module im Umfang von mindestens 42 LP erfolgreich abgeschlossen hat. Es ist unbedingt empfehlenswert, die notwendigen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen zur Bearbeitung des Themas der Masterarbeit bereits vor deren Beginn erworben zu haben.

Die Studierenden suchen sich eigenständig eine/n Betreuer/in und eine/n weitere/n Prüfer/in aus dem von ihnen gewählten Fachgebiet. Die Themenstellung erfolgt durch eine/n Hochschullehrer/in, ein habilitiertes Mitglied oder eine/n wissenschaftliche/n Mitarbeiter/in, der/dem die Prüfungsbefugnis übertragen wurde. Die Person muss der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften oder der Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik angehören. Die Bewertung erfolgt in der Regel durch die Person, die die Arbeit vergibt, sowie einer/einem weiteren Prüfenden. Bei der Themenstellung können die Wünsche der bzw. des Studierenden berücksichtigt werden. In Ausnahmefällen erfolgt die Themenstellung über die/den Vorsitzende/n des Prüfungsausschusses.

Die Anmeldung zur Masterarbeit erfolgt im Studierendenservice. Die Bearbeitungsdauer beträgt sechs Monate. Die Masterarbeit kann auf Englisch oder auf Deutsch geschrieben werden. Sie ist innerhalb eines Monats nach Abgabe durch einen Vortrag abzuschließen, der in die Bewertung eingeht.

Überfachliche Qualifikationen

Die Vermittlung von überfachlichen Qualifikationen findet integrativ im Rahmen der fachwissenschaftlichen Module, insbesondere im Fach „Cross-Cutting Methods & Competencies“ sowie im „Study Project“ statt.

Zusatzleistungen

Es können freiwillig weitere Leistungspunkte (maximal 30 LP) aus dem Gesamtangebot des KIT als Zusatzleistung erworben werden. Diese gehen nicht in die Gesamtnote ein,

werden aber als Zusatzleistungen im *Transcript of Records* aufgeführt und auf Antrag in das *Masterzeugnis* aufgenommen. Die Wahl als Zusatzleistung muss bei der Anmeldung zu einer Prüfung angegeben werden.

1.3 Übersicht über Fächer und Module

Die Pflicht- und Wahlpflichtfächer werden durch die Wahl von Modulen innerhalb eines vorgegebenen Rahmens ausgestaltet. Jedes Modul besteht aus einer oder mehreren aufeinander bezogenen Lehrveranstaltungen, und wird durch eine oder mehrere Prüfungen abgeschlossen. Der Umfang jedes Moduls ist durch Leistungspunkte (LP) gekennzeichnet, die nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls gutgeschrieben werden. Ergänzend zur Darstellung im Modulhandbuch informieren das Vorlesungsverzeichnis und die Aushänge der Institute zu jedem Semester über die aktuellen Details (z. B. Zeit und Ort der Lehrveranstaltung).

Persönlicher Studienplan & Mentoring

Die im Studium gegebenen Wahlmöglichkeiten erfordern, dass sich jede/r Studierende einen persönlichen Studienplan erstellt. Die Wahl der Module sollte sorgfältig getroffen werden. Dabei werden sie von einer zu Beginn des Studiums zu wählenden Mentorin oder einem Mentor beraten. Der Mentor muss als Professor/in oder Hochschul- oder Privatdozent/in der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften oder der Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik in den Studiengang *Water Science & Engineering* eingebunden sein. Sollen in den Pflicht- und Wahlpflichtfächern andere als die im Modulhandbuch in den Tabellen 1 bis 6 festgelegten Module abgelegt werden, bedarf der Studienplan der Genehmigung durch die Mentorin/denMentor und muss dem Studierendenservice angezeigt werden.

Beispiele für Studienpläne finden sich in Kap. 1.4.

Tabelle 1: Module AF - Advanced Fundamentals

Im Fach „Advanced Fundamentals“ werden 27 LP erbracht. Das Modul „Lecture Series on Environmental Systems Modeling (AF101)“ ist für alle Studierenden Pflicht. Es werden vier weitere Module zu fortgeschrittenen Grundlagen (aus den Modulen AF201 – AF801) gewählt. Dabei empfiehlt es sich, die für das gewählte Profil grundlegenden Module mit in die Wahl einzubeziehen. Im Einzelnen sind empfohlen:

- für Profil A: AF201 und AF301
- für Profil B: AF401, AF501 und AF601
- für Profil C: AF701 und AF801

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
AF101: Lecture Series on Environmental Systems Modeling*		3	2	V	W	SL	E
AF201: Fundamentals of Water Quality	Fundamentals of Water Quality and Exercises	6	3	V/Ü	W	sP	E
AF301: Urban Water Infrastructure and Management		6	4	V/Ü	S	sP	E
AF401: Advanced Fluid Mechanics		6	4	V/Ü	S	sP	E
AF501: Numerical Fluid Mechanics	Numerical Fluid Mechanics I	6	4	V/Ü	W	sP	E
AF601: Hydraulic Engineering	Multiphase Flow in Hydraulic Engineering	6	2	V/Ü	S	sP	E
	Design of Hydraulic Structures		2	V/Ü	S		
AF701: Water and Energy Cycles	Water and Energy Cycles in Hydrological Systems: Processes, Predictions and Management	6	4	V/Ü	W	mP	E
AF801: Hydrogeology	General and Applied Hydrogeology	6	2	V/Ü	W	sP	E
	Field Methods in Hydrogeology		1	V/Ü	S		

*Pflichtmodul

Abkürzungen:

LP	Leistungspunkte	Prüfungsform:	Art der Lehrveranstaltung:
SWS	Semesterwochenstunden	sP	schriftliche Prüfung
PF	Prüfungsform	mP	mündliche Prüfung
W/S	Winter/Sommersemester	PaA	Prüfungsleistung
D/E	Unterrichtssprache: Deutsch / Unterlagen: Englisch	SL	Studienleistung
		V	Vorlesung
		Ü	Übung
		S	Seminar
		P	Praktikum
		E	Exkursion

Tabelle 2: Module CC - Cross-Cutting Methods & Competencies

Die Studierenden wählen im Fach „Cross-Cutting Methods & Competencies“ Module aus CC471 bis CC949 im Umfang von mindestens 12 LP.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
CC471: Strömungsmechanische Experimente/ Experiments in Fluid Mechanics	Experimentelle Methoden und physikalische Experimente/ Experimental Methods and Physical Experiments	6	4	V/Ü	S	mP + SL	D/E
CC771: Datenanalyse und Umweltmonitoring/ Data Analysis and Environmental Monitoring	Geostatistics	9	4	V/Ü	S	mP	E
	Analyse hydrologischer Zeitreihen		2	V/Ü	W		D
CC371: Water Ecology	Applied Ecology and Water Quality	6	3	V/S	S	PaA	E
	Field Training Water Quality		1	Ü	S		
CC921: Instrumental Analysis	Instrumental Analysis	6	2	V	S	mP + SL	E
	Organic Trace Analysis of Aqueous Samples		2	P	S		
CC922: Mikrobielle Diversität	Mikrobielle Diversität	9	2	V	W	sP + PaA	D
	Praktikum: Mikrobielle Diversität		6	P			
CC907: Principles of Sustainable Water Management		3	2	S	W	PaA	E
CC791: Infrastructure Planning – Socio-economic & Ecological Aspects		6	4	V/S/Ü	W	sP + SL	E
CC792: Umweltkommunikation/ Environmental Communication		6	2	S	W	PaA + SL	D/E
CC772: Introduction to Matlab		3	2	V/Ü	W	SL	E
CC911: Probability and Statistics		3	2	V	S	mP	E
CC931: Remote Sensing and Positioning	Terrestrial & Satellite Positioning	6	2	V/Ü	W	mP	E
	Remote Sensing & Geo-Information Systems		2	V/Ü	W		E

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Module CC - Cross-Cutting Methods & Competencies

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
CC933: Einführung in GIS für Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen		6	4	V/Ü	W	sP + SL	D
CC935: Geodateninfrastrukturen und Webdienste		4	3	V/Ü	S	mP + SL	D
CC912: Numerische Mathematik für die Fachrichtungen Informatik und Ingenieurwesen		6	3	V/Ü	S	sP	D
CC949: Modul Sprachenzentrum *(nicht fachwissenschaftlich)		2 - 6		S	W S	SL	

Tabelle 3: Module PA - Water Technologies & Urban Water Cycle

Studierende, die dieses Profil vertiefen, wählen Module aus PA221 bis PA982 im Umfang von mindestens 24 LP, sowie ggf weitere „Supplementary Modules“.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
PA221: Water Technology		6	3	V/Ü	W	mP	E
PA222: Membrane Technologies and Excursions	Membrane Technologies in Water Treatment	6	2	V	W	mP + SL	E
	Waste Water Disposal and Drinking Water Supply – Introduction and Excursions		1	V/E	S		
PA982: Applied Microbiology	Microbiology for Engineers	8	2	V	S	mP	E
	Environmental Biotechnology		2	V	W		E
PA223: Practical Course in Water Technology		4	2	V/P	S	PaA	E
PA321: Process Engineering in Wastewater Treatment	Municipal Wastewater Treatment	6	2	V/Ü	W	sP	E
	International Sanitary Engineering		2	V/Ü	W		
PA322: Wastewater and Storm Water Treatment	Process Technologies in Water Supply, Storm Water Treatment and Wastewater Disposal	6	4	V/Ü	S	PaA	E
PA323: Industrial Water Management	Cleaner Production	6	2	V/Ü	S	mP + SL	E
	Adapted Technologies		2	V/Ü	W		
PA621: Wasserverteilungssysteme/ Water Distribution Systems		6	4	V/Ü	W	mP + SL	D/E
PA224: Biofilm Systems		4	2	V	S	mP	E

Tabelle 4: Module PB - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Studierende, die dieses Profil vertiefen, wählen Module aus PB421 bis PB661 im Umfang von mindestens 24 LP, sowie ggf weitere „Supplementary Modules“.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
PB421: Environmental Fluid Mechanics		6	4	V/Ü	W	sP	E
PB521: Analysis of Turbulent Flows	Fluid Mechanics of Turbulent Flows	6	2	V	S	mP	E
	Modeling of Turbulent Flows – RANS and LES		2	V	W		
PB522: Advanced Computational Fluid Mechanics	Numerical Fluid Mechanics II	6	2	V/Ü	S	mP	E
	Parallel Programing Techniques for Engineering Problems		2	V/Ü	S	sP	
PB431: Technische Hydraulik	Stationärer und instationärer Betrieb von hydraulischen Anlagen	6	4	V/Ü	S	sP	D
PB641: Versuchswesen und Strömungsmesstechnik	Strömungsmesstechnik	6	2	V/Ü	W	mP	D
	Wasserbauliches Versuchswesen II		2	V/Ü	W	PaA	D
PB631: Hydraulic Structures	Groundwater Flow around Structures	6	2	V/Ü	S	mP	E
	Wechselwirkung Strömung - Wasserbauwerke		2	V/Ü	W	mP	D
PB651: Numerische Strömungsmodellierung im Wasserbau		6	4	V/Ü	W	mP	D
PB653: Energiewasserbau/ Hydro Power Engineering		6	4	V/Ü	S	mP	D/E
PB655: Verkehrswasserbau/ Waterway Engineering		6	4	V/Ü	S	mP + SL	D/E
PB633: Fließgewässerdynamik und Feststofftransport/ Flow and Sediment Dynamics in Rivers	Flow Behavior of Rivers	6	2	V/Ü	S	mP + SL	E
	Morphodynamik/ Morphodynamics		2	V/Ü	S		D/E
PB661: Projektstudium: Wasserwirtschaftliche Planungen		6	4	V/Ü	W	PaA	D

Tabelle 5: Module PC - Environmental System Dynamics & Management

Studierende, die dieses Profil vertiefen, wählen Module aus PC741 bis PC841 im Umfang von mindestens 24 LP, sowie ggf weitere „Supplementary Modules“.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
PC741: Thermodynamics of Environmental Systems		6	4	V/Ü	W	PaA	E
PC721: Management of Water Resources and River Basins		6	4	V/Ü	S	PaA	E
PC725: Transport and Transformation of Contaminants in Hydrological Systems		9	5	V/Ü	S	mP + SL	E
PC731: Experimental Hydrology	Experimental Hydrology and Process Monitoring in Environmental Systems	9	4	V/Ü/P	S	PaA	E
	Isotope Hydrology		2	V/Ü			
PC341: River Basin Modeling	Mass Fluxes in River Basins	6	2	V	S	PaA	E
	Modeling Mass Fluxes in River Basins		2	V/Ü			
PC761: Gewässerlandschaften/ Aquatic Ecosystems		6	4	V/S/E	W	PaA + SL	D/E
PC762: Protection and Use of Riverine Systems		6	3	S/E	S	PaA + SL	E
PC561: Groundwater Management	Groundwater Hydraulics	6	2	V/Ü	S	mP	E
	Numerical Groundwater Modeling		2	Ü	W	PaA	
PC821: Hydrogeologie – Gelände- und Labormethoden	Vorbereitendes Seminar	6	1	S	S	PaA	D
	Gelände- und Laborübungen		2	Ü	S		
PC831: Hydrogeologie - Grundwassermodellierung		6	4	V/Ü	W	PaA	D
PC841: Karst und Isotope	Karsthydrogeologie	6	2	V/Ü/E	W	sP	D
	Exkursion zur Karsthydrogeologie		3 Tage		S		
	Isotopenmethoden in der Hydrogeologie		2 Tage		S		

Tabelle 6: Weitere Supplementary Modules

Als Ergänzung zu den Modulen in den Profilen werden „Supplementary Modules“ im Umfang von bis zu 12 LP gewählt. Zusätzlich zu den fachwissenschaftlichen Modulen aus AF, CC, PA, PB und PC in den Tabellen 1 bis 5 sind folgende Module ohne formelle Genehmigung als „Supplementary Modules“ wählbar; empfohlen wird, die Wahl dennoch mit der Mentorin bzw. dem Mentor abzustimmen.

Modulbezeichnung	Lehrveranstaltungen	LP	SWS	Art	W/S	PF	D/E
Ingenieurgeologie							
SM879: Thermal Use of Groundwater		3	2	V/Ü	W	mP	E
Geotechnik							
SM961: Erdbau und Erddammbau	Grundlagen des Erd- und Dammbaus	6	2	V/Ü	W	mP	D
	Erddammbau		2	V/Ü	S		
SM962: Umweltgeotechnik	Übertagedeponien	6	2	V/Ü	W	mP	D
	Altlasten - Untersuchung, Bewertung und Sanierung		2	V	W	mP	
Meteorologie							
SM971: Allgemeine Meteorologie	Allgemeine Meteorologie	6	3	V	W	SL	D
	Übungen zur Allgemeinen Meteorologie		2	Ü	W		
SM972: Meteorologische Naturgefahren und Klimawandel	Meteorologische Naturgefahren	6	2	V	S	mP	D
	Hauptseminar IPCC Sachstandsbericht/Advanced Seminar IPCC Assessment Report		2	S	S	PaA	
SM973: Angewandte Meteorologie: Turbulente Ausbreitung	Turbulente Ausbreitung	6	2	V	S	mP + SL	D
	Übungen zu Turbulente Ausbreitung		1	Ü	S		

1.4 Modellstudienpläne

Im Folgenden werden für alle vier Profile beispielhafte Modellstudienpläne vorgestellt. Darüber hinaus bestehen zahlreiche weitere Kombinationsmöglichkeiten. Die Studierenden werden bei der Modulwahl von Mentorinnen und Mentoren beraten.

Abkürzungen

Fach

AF	Advanced Fundamentals
CC	Cross-Cutting Methods & Competencies
P	Profilstudium
PA	Profil A
PB	Profil B
PC	Profil C
PD	Profil D
P/SM	Profilstudium/Supplementary Modules
SP	Study Project
MT	Master's Thesis/Masterarbeit

Allgemeine Angaben

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
PF	Prüfungsform
D	Deutsch
E	Englisch
D/E	Sprache: Deutsch/Unterlagen: Englisch

Art der Lehrveranstaltung

V	Vorlesung
Ü	Übung
S	Seminar
P	Praktikum
E	Exkursion

Prüfungsformen

sP	schriftliche Prüfung
mP	mündliche Prüfung
PaA	Prüfungsleistung anderer Art
SL	Studienleistung

Modellstudienplan Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle

1. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 18; Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 4 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF101	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	3	2	V	SL	E
	AF201	Fundamentals of Water Quality	6	3	V/Ü	sP	E
	AF701	Water and Energy Cycles	6	4	V/Ü	mP	E
CC	CC772	Introduction to Matlab	3	2	V/Ü	SL	E
P	PA221	Water Technology	6	3	V/Ü	mP	E
P/SM	PA621	Wasserverteilungssysteme/ Water Distribution Systems	6	4	V/Ü	mP + SL	D/E

2. Fachsemester (Sommersemester)

Anzahl SWS: 19; Anzahl LP: 31; Anzahl Prüfungen: 5 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF301	Urban Water Infrastructure and Management	6	4	V/Ü	sP	E
	AF401	Advanced Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
CC	CC921	Instrumental Analysis	6	4	V/P	mP + SL	E
	CC911	Probability and Statistics	3	2	V	mP	E
P	PA222	Membrane Technologies and Excursions	2	1	E	SL	E
	PA982	Applied Microbiology	4	2	V	-	E
	PA223	Practical Course in Water Technology	4	2	V/P	PaA	E

3. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 8 + Study Project (3 Monate); Anzahl LP: 29; Anzahl Prüfungen: 4

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
P	PA222	Membrane Technologies and Excursions	4	2	V	mP	E
	PA982	Applied Microbiology	4	2	V	mP	E
P/SM	PA321	Process Engineering in Wastewater Treatment	6	4	V/Ü	sP	E
SP	SP	Study Project	15	-	-	PaA	D/E

4. Fachsemester (Sommersemester)

Master Thesis (6 Monate); Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 1

Modellstudienplan Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

1. Fachsemester (Sommersemester)

Anzahl SWS: 18; Anzahl LP: 27; Anzahl Prüfungen: 4 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF401	Advanced Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
	AF601	Hydraulic Engineering	6	4	V/Ü	sP	E
CC	CC471	Strömungsmechanische Experimente/ Experiments in Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	mP + SL	D/E
P	PB521	Analysis of Turbulent Flows	3	2	V	-	E
	PB633	Fließgewässerdynamik und Feststoff- transport/Flow and Sediment Dynamics in Rivers	6	4	V/Ü	mP	D/E

2. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 20; Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 5 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF101	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	3	2	V	SL	E
	AF701	Water and Energy Cycles	6	4	V/Ü	mP	E
	AF501	Numerical Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
P	PB521	Analysis of Turbulent Flows	3	2	V	mP	E
	PB421	Environmental Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
	PB651	Numerische Strömungsmodellierung im Wasserbau	6	4	V/Ü	mP	D

3. Fachsemester (Sommersemester)

Anzahl SWS: 12 + Study Project (3 Monate); Anzahl LP: 33; Anzahl Prüfungen: 4

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
P/SM	PB431	Technische Hydraulik	6	4	V/Ü	sP	D
	PC721	Management of Water Resources and River Basins	6	4	V/Ü	PaA	E
CC	CC371	Water Ecology	6	4	V/S/Ü	PaA	E
SP	SP111	Study Project	15	-	-	PaA	E

4. Fachsemester (Wintersemester)

Master Thesis (6 Monate); Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 1

Modellstudienplan Profil C - Environmental System Dynamics & Management

1. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 19; Anzahl LP: 31; Anzahl Prüfungen: 3 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF101	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	3	2	V	SL	E
	AF201	Fundamentals of Water Quality	6	3	V/Ü	sP	E
	AF701	Water and Energy Cycles	6	4	V/Ü	mP	E
	AF801	Hydrogeology	4	2	V/Ü	-	E
CC	CC771	Datenanalyse und Umweltmonitoring/Data Analysis and Environmental Monitoring	3	2	V/Ü	-	D
	CC772	Introduction to Matlab	3	2	V/Ü	SL	E
P	PC741	Thermodynamics of Environmental Systems	6	4	V/Ü	PaA	E

2. Fachsemester (Sommersemester)

Anzahl SWS: 20; Anzahl LP: 32; Anzahl Prüfungen: 5 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF401	Advanced Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
	AF801	Hydrogeology	2	1	V/Ü	sP	E
CC	CC771	Datenanalyse und Umweltmonitoring/Data Analysis and Environmental Monitoring	6	4	V/Ü	mP	E
P	PC725	Transport and Transformation of Contaminants in Hydrological Systems	9	5	V/Ü	mP + SL	E
	PC731	Experimental Hydrology	9	6	V/Ü	PaA	E

3. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 8 + Study Project (3 Monate); Anzahl LP: 27; Anzahl Prüfungen: 3

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
P/SM	PB421	Environmental Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
	AF501	Numerical Fluid Mechanics	6	4	V/Ü	sP	E
SP	SP111	Study Project	15	-	-	PaA	E

4. Fachsemester (Sommersemester)

Master Thesis (6 Monate); Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 1

Modellstudienplan Profil D - Water Resources Engineering

1. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 19; Anzahl LP: 31; Anzahl Prüfungen: 3 (ohne Studienleistungen)

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF101	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	3	2	V	SL	E
	AF201	Fundamentals of Water Quality	6	3	V/Ü	sP	E
	AF801	Hydrogeology	4	2	V/Ü	-	E
CC	CC931	Remote Sensing and Positioning	6	4	V/Ü	mP	E
	CC949	Modul Sprachenzentrum: Deutschkurse	6	4	V/Ü	SL	D
P/SM	CC791	Infrastructure Planning – Socio-economic & Ecological Aspects	6	4	V/S/Ü	sP + SL	E

2. Fachsemester (Sommersemester)

Anzahl SWS: 20; Anzahl LP: 32; Anzahl Prüfungen: 6

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	PF	D/E
AF	AF301	Urban Water Infrastructure and Management	6	4	V/Ü	sP	E
	AF601	Hydraulic Engineering	6	4	V/Ü	sP	E
	AF801	Hydrogeology	2	1	V/Ü	sP	E
P	PB653	Energiewasserbau/ Hydro Power Engineering	6	4	V/Ü	mP	D/E
	PC762	Protection and Use of Riverine Systems	6	3	S/E	PaA + SL	E
	PC721	Management of Water Resources and River Basins	6	4	V/Ü	PaA	E

3. Fachsemester (Wintersemester)

Anzahl SWS: 8 + Study Project (3 Monate); Anzahl LP: 27; Anzahl Prüfungen: 3

Fach	Modul	Titel	LP	SWS	Art	LN	D/E
P	PA321	Process Engineering in Wastewater Treatment	6	4	V/Ü	sP	E
P/SM	CC792	Umweltkommunikation/ Environmental Communication	6	2	V/Ü	PaA + SL	D/E
SP	SP111	Study Project	15	-	-	PaA	E

4. Fachsemester (Sommersemester)

Master Thesis (6 Monate); Anzahl LP: 30; Anzahl Prüfungen: 1

1.5 Erfolgskontrollen: Prüfungen und Studienleistungen

Der Studienerfolg wird durch Erfolgskontrollen im Rahmen von Modulprüfungen überprüft. Erfolgskontrollen gliedern sich in benotete Prüfungsleistungen und unbenotete Studienleistungen. Prüfungsleistungen können als schriftliche oder mündliche Prüfungen (sP, mP) sowie als Prüfungsleistungen anderer Art (PaA) gestaltet sein. Studienleistungen sind schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von den Studierenden in der Regel Lehrveranstaltungsbegleitend erbracht werden.

Anmeldung

Zu den Erfolgskontrollen müssen sich die Studierenden online im Studierendenportal anmelden. Für die Anmeldung zu Erfolgskontrollen können durch die Prüfenden Voraussetzungen und Fristen festgelegt werden.

Die Studierenden müssen mit der Anmeldung zur Erfolgskontrolle eine Erklärung über die Zuordnung des betreffenden Moduls zu einem Fach abgeben, sofern Wahlmöglichkeiten bestehen.

Abmeldung

Studierende können ihre Anmeldung zu schriftlichen Prüfungen ohne Angabe von Gründen bis zur Ausgabe der Prüfungsaufgaben widerrufen. Bei mündlichen Prüfungen muss die Abmeldung spätestens drei Werktage vor dem betreffenden Prüfungstermin gegenüber dem/der Prüfenden erklärt werden.

Eine Abmeldung von Prüfungsleistungen anderer Art sowie von Studienleistungen ist bis zur Erbringung der jeweiligen Leistung oder der ersten Teilleistung möglich. Als Erbringung gilt beispielsweise die Abgabe einer schriftlichen Arbeit (Bericht, Hausarbeit o. ä.) oder der Beginn einer mündlichen Prüfungsleistung (Präsentation, Kolloquium o. ä.). Sofern Abgabetermine festgelegt sind, kann eine Abmeldung nur vorher erfolgen.

Eine spätere Abmeldung bzw. ein Rücktritt ist nur aus triftigem Grund möglich und mit einer unverzüglichen schriftlichen Erklärung gegenüber dem Prüfungsausschuss glaubhaft zu begründen.

Wiederholung

Eine nicht bestandene Prüfungsleistung (sP, mP, PaA) kann einmal in der gleichen Form wiederholt werden. Wird die Wiederholung einer schriftlichen Prüfung ebenfalls nicht bestanden, so findet eine mündliche Nachprüfung statt, bei der bestenfalls ein *Ausreichend* erreicht werden kann. Die Wiederholung von Prüfungsleistungen hat spätestens bis zum Ende des Prüfungszeitraumes des übernächsten Semesters zu erfolgen.

Studienleistungen können mehrmals wiederholt werden.

2 Modulbeschreibungen

2.1 Erläuterung der Modulcodes

Die Modulcodes setzen sich zusammen aus einer Buchstabenkombination und einer dreistelligen Ziffernfolge. Die Buchstaben geben die Zugehörigkeit zu einem Fach wieder. Die erste Ziffer spiegelt die Zugehörigkeit zu einer Organisationseinheit wider, während die letzten beiden Ziffern ebenfalls auf das Fach schließen lassen. Das Schema ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Schema für die Modulcodes

Buchstaben: Fach	Ziffer 1: Organisationseinheit	Ziffer 2 - 3: Fach
AF: Advanced Fundamentals CC: Cross-Cutting Methods and Competencies PA: Profil A PB: Profil B PC: Profil C SM: Supplementary Modules (Profil)	1: Übergeordnet 2: Wasserchemie 3: Siedlungswasserwirtschaft 4: Environmental Fluid Mechanics 5: Numerische Strömungsmechanik 6: Wasserbau 7: Hydrologie 8: Angewandte Geowissenschaften	01 – 20: AF 21 – 70: P 71 – 99: CC
	9: Andere Organisationseinheiten	01 – 49: CC 50 – 79: SM 80 – 89: P 90 – 99 AF

2.2 Module im Fach Advanced Fundamentals

Lecture Series on Environmental Systems Modeling

Modulcode	AF101
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe
Level	4
Leistungspunkte	3
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Pflichtmodul im Fach "Advanced Fundamentals"
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung gemäß SPO § 4 Abs. 3, bestehend aus einer aufgabengeleiteten Hausarbeit (schriftliche Beantwortung von Wissens- und Verständnisfragen zu den Inhalten der Vorlesungsreihe im Umfang von ca. 10 Seiten).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Das Modul wird nicht benotet (bestanden/nicht bestanden).
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können Ansätze für die Modellierung von Umweltsystemen in verschiedenen wasserbezogenen Disziplinen erläutern. Auf dieser Basis können sie allgemeine Ansätze und Methoden der Umweltsystemmodellierung vergleichen und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile sowie Anwendungsbereiche bestimmen und bewerten.</p> <p>Die Studierenden können universelle Probleme der Modellierung erklären und sind in der Lage, für gegebene wasserbezogene Aufgabenstellungen adäquate Modellkonzepte auszuwählen.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	V	2	W		E. Zehe, O. Eiff, M. Uhlmann, F. Nestmann, S. Fuchs, H. Horn, U. Mohrlok
Inhalt	<p>Die Veranstaltung beinhaltet im Rahmen einer Ringvorlesung eine Reihe von Einzelvorträgen zur Umweltsystemmodellierung in verschiedenen wasserbezogenen Disziplinen und Aufgabenstellungen (beispielsweise Hochwasservorhersage, Schadstofftransport, Fluid-Partikel Interaktion, Gewässergüte, Bemessung). Dabei werden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der jeweiligen Modellierungsansätze bezüglich konzeptionellem Ansatz, mathematischem Modell und numerischer Umsetzung dargestellt und diskutiert und es wird auf die zeitliche und räumliche Skale und Diskretisierung der jeweiligen Modelle eingegangen. Anhand dieser Beispiele werden universelle Herausforderungen der Modellierung von Umweltsystemen aufgezeigt: Intrinsische Unsicherheiten, Auswahl prozessangepasster numerischer Methoden, Kalibrierung und Validierung, adäquate Modellauswahl.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Vor- und Nachbereitung: 30 h Studienleistung (Fragenkatalog): 30 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien						

Fundamentals of Water Quality

Modulcode	AF201
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Gudrun Abbt-Braun
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 90 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Zusammenhänge des Vorkommens von geogenen und anthropogenen Stoffen sowie von Mikroorganismen in den verschiedenen Bereichen des hydrologischen Kreislaufs erklären. Sie sind in der Lage, geeignete analytische Verfahren zu deren Bestimmung auszuwählen. Sie können die zugehörigen Berechnungen durchführen, Daten vergleichen und interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Fundamentals of Water Quality and Exercises	V/Ü	2/1	W	
Inhalt	Wasserarten, Wasserrecht, Grundbegriffe der wasserchemischen Analytik, Analysenqualität, Probenahme, Schnellteste, allgemeine Untersuchungen, elektrochemische Verfahren, optische Charakterisierung, Trübung, Färbung, SAK, Säure-Base-Titrationen, Abdampf- /Glührückstand, Hauptinhaltsstoffe, Ionenchromatographie, Titrationen (Komplexometrie), Atomabsorptionsspektrometrie (Schwermetalle), organische Spurenstoffe und ihre analytische Bestimmung mit chromatographischen und spektroskopischen Messverfahren, Wasserspezifische summarische Kenngrößen (DOC, AOX, CSB, BSB), Radioaktivität, Mikrobiologie.				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung: 65 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 70 h				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Harris, D. C. (2010): Quantitative Chemical Analysis. W. H. Freeman and Company, New York.</p> <p>Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment – Principles and Design, Wiley & Sons, Hoboken.</p> <p>Patnaik P. (2010), Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes. CRC Press.</p> <p>Wilderer, P. (2011). Treatise on Water Science, Four-Volume Set, 1st Edition; Volume 3: Aquatic Chemistry and Biology. Elsevier, Oxford.</p> <p>Vorlesungsunterlagen im ILIAS</p>				

Urban Water Infrastructure and Management

Modulcode	AF301
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Stephan Fuchs
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 60 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in Siedlungswasserwirtschaft
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden analysieren und bewerten grundlegende Methoden der Siedlungswasserwirtschaft. Sie erkennen die Wechselwirkungen zwischen natürlichen und technischen Systemen. Sie verfügen über das Wissen verschiedener verfahrenstechnischer Optionen und sind in der Lage, diese in funktionierende Anlagen (Infrastrukturelemente) umzusetzen. Die Studierenden sind fähig, siedlungswasserwirtschaftliche Probleme im Kontext von Wassereinzugsgebieten zu analysieren und im Kontext von Energieeffizienz und Kosten angemessene und nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Urban Water Infrastructure and Management	V/Ü	4	S	S. Fuchs
Inhalt	Dieses Modul vermittelt vertiefte Grundlagen zur Bemessung, Analyse und Bewertung siedlungswasserwirtschaftlicher Anlagen. Es werden die hierfür erforderlichen chemischen, physikalischen und biologischen Grundlagen vertieft sowie das Konzept Systemanalyse als Grundinstrument zur Abbildung komplexer Prozesse eingeführt. Ausgehend von der detaillierten Betrachtung von Einzelementen wird ein Gesamtverständnis für das wasserwirtschaftliche System Siedlung und seine Interaktion mit Oberflächen- und Grundwasserkörper aufgebaut. Hierzu wird das theoretische Handwerkszeug erarbeitet und Modellansätze werden vorgestellt.				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h				
Literatur/ Lernmaterialien	Metcalf and Eddy (2003) Wastewater Engineering – Treatment and Reuse, McGraw-Hill, New York Imhoff, K. u. K.R. (1999) Taschenbuch der Stadtentwässerung, 29. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, Wien				

Advanced Fluid Mechanics

Modulcode	AF401
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Olivier Eiff
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 90 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in Hydromechanik, Höhere Mathematik (Analysis, Differential- und Integralrechnung, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Algebra, Fourieranalyse, komplexe Zahlen)
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden beschreiben und lösen fundamentale Anwendungen der Strömungsmechanik anhand der lokalen Erhaltungssätze und deren Ableitungen. Dabei liegt ein Fokus auf Strömungsprozessen in der Umwelt. Sie können verschiedene Annahmen und Methoden anwenden um die Strömungsklassen zu unterscheiden, analytisch zu lösen und die Ergebnisse zu interpretieren. Die Studierenden können das Wissen und die erworbenen Kompetenzen für detaillierte und angewandte Studien zu Strömungsprozessen in der Umwelt anwenden.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Advanced Fluid Mechanics	V/Ü	4	S	O. Eiff
Inhalt	Dieses Modul vermittelt die fortgeschrittenen Grundlagen der Strömungsmechanik und bildet die Basis für die Umweltfluidmechanik. Ausgehend von den zu Grunde liegenden lokalen Erhaltungssätzen werden die Phänomene der verschiedenen Strömungsklassen und deren mögliche analytische Lösungen behandelt. Dies umfasst die allgemeinen und speziellen Formen der Grundgleichungen, die Strömungskinematik, inkompressible viskose Strömungen, ideale Fluidströmungen, Flachwasserströmungen und Auftriebseffekte in Strömungen. Weiterhin werden Wellen und Turbulenz angesprochen und verschiedene Analysemethoden wie die Skalierung behandelt.				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Übungsaufgaben: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h				
Literatur/ Lernmaterialien	I.G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, Fourth Edition 2012.				

Numerical Fluid Mechanics

Modulcode	AF501
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Uhlmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 60 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in Hydromechanik (Verständnis der physikalischen Prozesse der Advektion und Diffusion, Umgang mit den Navier-Stokes Gleichungen) Höhere Mathematik (Analysis - partielle Differentialgleichungen, Fourieranalyse, Reihenentwicklungen, komplexe Zahlen; lineare Algebra - Matrizen, Determinanten, Eigenwertanalyse; Numerik - Zahlendarstellung, Rundungsfehler, Gleitpunktberechnung, numerische Behandlung von partiellen Differentialgleichungen) Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab; ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Introduction to Matlab (CC772)“ teilzunehmen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Ansätze zur numerischen Lösung von Strömungsproblemen zu beschreiben. Sie können die Vor- und Nachteile der Ansätze in den verschiedenen Anwendungsbereichen abschätzen und eine angemessene Auswahl treffen. Die Kursteilnehmer können die numerischen Verfahren auf einfache Strömungsprobleme anwenden; dazu gehört die Erstellung und Anwendung von einfachen Computerprogrammen. Sie können die Ergebnisse von numerischen Berechnungen kritisch hinsichtlich Präzision, Stabilität und Effizienz analysieren.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Numerical Fluid Mechanics I	V/Ü	2/2	W	M. Uhlmann
Inhalt	Dieses Modul vermittelt eine allgemeine Einführung zur numerischen Strömungssimulation. Es werden die mathematischen Eigenschaften der Strömungsgleichungen analysiert. Es werden die Grundlagen der numerischen Diskretisierung mittels Finite-Differenzen Methode und Finite-Volumen Methode erarbeitet. Das Konzept der numerischen Stabilität wird eingeführt und verschiedene Techniken der Fehleranalyse werden sowohl theoretisch hergeleitet als auch an Beispielen verdeutlicht.				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h				
Literatur/ Lernmaterialien					

Hydraulic Engineering

Modulcode	AF601
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Franz Nestmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 75 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können wasserwirtschaftliche Interaktionsprozesse (Wasser-Luft und Wasser-Feststoff) beschreiben und analysieren. Sie sind in der Lage, diese grundlegenden Interaktionsprozesse Ingenieursaufgaben zuzuordnen und mit geeigneten Ansätzen eine Bemessung der Bauwerke durchzuführen. Auf Basis des erworbenen grundlegenden Prozessverständnisses können sie sich kritisch mit den Ergebnissen der unterschiedlichen ingenieurtechnischen Bemessungen auseinandersetzen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die behandelte Thematik logisch zu strukturieren und auf ingenieurstechnische Aufgaben zu transferieren.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Multiphase Flow in Hydraulic Engineering	V/Ü	1/1		S	F. Nestmann
	Design of Hydraulic Structures	V/Ü	1/1		S	F. Nestmann
Inhalt	<p>Das Modul vermittelt den Studierenden grundlegende theoretische und praktische Aspekte der wasserwirtschaftlichen Wasser-Luft und Wasser-Feststoff Interaktionen sowie deren ingenieurtechnischen Relevanz.</p> <p>In der Veranstaltung Multiphase Flow in Hydraulic Engineering werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Morphodynamik: Feststoffklassifikation, Geschiebe- und Schwebstoffprozesse - Interaktion Strömung-Feststoffe: Bewegungs- und Frachtansätze für Geschiebebewegung - Transport suspendierter Stoffe: Diffusionstheorie nach Schmidt - Transportkörper an Gewässersohlen: Aufbau, Entstehung, Modellierung - Hydromorphologische Prozesse, Theorie nach Ahnert, Raum-Zeit-Modelle, Sedimenttransportmodelle - Wasser-Luft-Gemische: Grundlagen, Verhaltensspezifika, ingenieurtechnische Anwendungen <p>In der Veranstaltung Design of Hydraulic Structures werden folgende Themen vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überblick: Bauwerke im Wasserbau und der Wasserwirtschaft sowie deren Einbindung in das umgebende Fließgewässer - Bemessungsverfahren, Normen und der Stand der Technik bei wasserbaulichen Planungen 					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h					
Literatur/ Lernmaterialien						

Water and Energy Cycles

Modulcode	AF701
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“</p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i>, Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“</p> <p>Master <i>Geoökologie</i></p>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	<p>Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab. Ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Introduction to Matlab (CC772)“ teilzunehmen.</p> <p>Vorkenntnisse in Hydrologie und Ingenieurhydrologie</p>
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können die wesentlichen Prozesse des terrestrischen Wasser- und Energiekreislaufs inklusive ihrer zentralen Rückkopplungen und Limitierungen erklären. Sie sind mit den Konzepten zur quantitativen Beschreibung und Prognose dieser Prozesse für Wissenschaft und Management vertraut und können sie für einfache Aufgabenstellungen selbständig in Form rechnergestützter Simulations- und Analysewerkzeuge umsetzen. Die Studierenden können die dafür notwendigen Datengrundlagen beurteilen und die Unsicherheiten darauf aufbauender Prognosen quantifizieren und bewerten.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Water and Energy Cycles in Hydrological Systems: Processes, Predictions and Management	V/Ü	4	W	E. Zehe, U. Ehret, J. Wienhöfer
Inhalt	<p>Dieses Modul vertieft Grundlagen des Wasser- und Energiekreislaufs insbesondere im Hinblick auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Verdunstung, Energiebilanz und Prozesse in der atmosphärischen Grenzschicht (Reynoldszerlegung, Turbulenzparametrisierung, Eddy-Kovarianz-Methode) - den Boden, als zentralem Steuerelement des Wasser- und Energiekreislaufs und dem Zusammenspiel von Bodenwasser- und Bodenwärmehaushalt (Richards- und Wärmeleitungsgleichung, hydraulische und thermische Bodeneigenschaften) - das Zusammenspiel zwischen Abflussprozessen und Bodenwasserhaushalt, sowie den Boden als Filter - die Abfluss- und Verdunstungsregime in unterschiedlichen Hydroklimaten - Konzepte für hydrologische Ähnlichkeit - prozessbasierte und konzeptionelle Modelle zur Prognose von Hochwasser, Wasserhaushalt und Verdunstung 				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Kraus, H. (2000): Die Atmosphäre der Erde. Vieweg S. P. Aryan (2001): Introduction to Micrometeorology, 2nd Ed., Academic Press Hornberger et al. (1998): Elements of physical hydrology. John Hopkins University Press Beven, K. (2004): Rainfall runoff modelling – The primer: John Wiley and Sons Plate, E. J., Zehe, E. (2008): Hydrologie und Stoffdynamik kleiner Einzugsgebiete. Prozesse und Modelle, Schweizerbart, Stuttgart, 2008.</p>				

Hydrogeology

Modulcode	AF801
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Goldscheider
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Advanced Fundamentals“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Wintersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 90 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den vertieften Grundlagen und Methoden der Hydrogeologie vertraut. Sie können die Prozesse der Wasserbewegung im Untergrund quantitativ beschreiben und hydrochemische Wechselwirkungen zwischen Wasser und Gestein erläutern. Sie sind in der Lage praxisnahe, hydrogeologische Fragestellungen im Bereich der Erkundung, Erschließung und dem Schutz von Grundwasser zu beantworten.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		General and Applied Hydrogeology	V/Ü	1/1	W		
	Field Methods in Hydrogeology	V/Ü	1		S		T. Liesch, N. Göppert
Inhalt	<p>General and Applied Hydrogeology:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterirdischer Abfluss: Prozesscharakteristik, Messtechnik und Berechnungsverfahren, regionale und zeitliche Variation - Wasserbewegung im Untergrund, Grundwasserhydraulik - Hydrochemie - Grundwassernutzung: Erkundung von Grundwasservorkommen, Erschließung von Grundwasser und Grundwasserschutz - Regionale Hydrogeologie <p>Field Methods in Hydrogeology:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pumpversuche und andere hydraulische Tests - Tracerversuche - Hydrochemische Probennahme und Monitoring 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung: 65 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 70 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Fetter, C.W. (2001) Applied Hydrogeology. Prentice Hall: 598 S. Höltling, B. & Coldewey, W.G. (2009) Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Spektrum Akademischer Verlag: 384 S. Keller, E.A. (2000) Environmental Geology. Prentice Hall: 562 S. Langguth, H.R. & Voigt, R. (2004) Hydrogeologische Methoden, 2. Aufl., Springer: 1005 S. Mattheß, G. (1994) Die Beschaffenheit des Grundwassers, 3. Aufl., Borntraeger: 499 S. Mattheß, G. & Ubell, K. (2003) Allgemeine Hydrogeologie – Grundwasserhaushalt, 2. Aufl., Borntraeger: 575 S. Younger, P. (2007) Groundwater in the Environment: An Introduction. Blackwell Publishing: 318 S.						

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Strömungsmechanische Experimente/Experiments in Fluid Mechanics

Modulcode	CC471
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Olivier Eiff
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch/Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistungen als Vorleistung zur Prüfung: Erstellung von Laborberichten mit Auswertungen der physikalischen Experimente in Kleingruppen (Umfang: ca. 10 Seiten inklusive Abbildungen und Tabellen)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundlagen der Hydromechanik
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Students relate the hydrodynamics theory and physical concepts to the observed physical reality. They apply their knowledge and skills for the comparative analysis of basic flow situations in physical models, using appropriate measurement technologies. They assess and evaluate the results and limitations by comparing their results with theoretical deductions. They extend their results of phenomena-oriented experiments with regard to practical applications in technical hydraulics and environmental flows. Acquired competence: operation of test facilities and instrumentation, data analysis and basic statistical error analysis, team work, written and oral communication.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
Inhalt	<p>Experimentelle Methoden und physikalische Experimente/Experimental Methods and Physical Experiments</p>	V/Ü	1/3	S	O. Eiff, C. Lang
Arbeitsaufwand	<p>Lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Typical set-up of hydraulic and aerodynamic models - Dimensional analysis, dimensionless parameters - Measurement instrumentation - Introduction to statistical error analysis - Analogy numerical/physical modeling, model distortion - Technical writing and oral presentation <p>Physical experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pipe flow with orifice plate - Open channel flow with gates and hydraulic jumps - Venturi pipe flow with cavitation - Settling velocities of spheres - Diffusion of a turbulent air jet - Turbulent wake - Dam leakage <p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Auswertung und Berichte zu den Experimenten: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien					

Datenanalyse und Umweltmonitoring/ Data Analysis and Environmental Monitoring

Modulcode	CC771				
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe				
Level	4				
Leistungspunkte	9				
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Geoökologie</i>				
Sprache	Geostatistics: Englisch Analyse hydrologischer Zeitreihen: Deutsch				
Moduldauer	2 Semester				
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.				
Prüfung Besonderheiten	Keine				
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.				
Voraussetzungen	Keine				
Empfehlungen	Statistik Modul „Experimental Hydrology (PC731)“ Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab. Ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Einführung in Matlab (CC772)“ teilzunehmen.				
Bedingungen	Keine				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können Methoden zur Analyse und Simulation von räumlich und zeitlich verteilten Umweltdaten erläutern und anwenden. Auf dieser Basis können sie selbständig experimentelle Designs zur Erhebung von Umweltdaten festlegen bzw. die Eignung vorhandener Daten für verschiedene Aufgabenstellungen beurteilen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Ergebnisse der Analyse- und Simulationsverfahren kritisch zu beurteilen und die mit den Eingangsdaten und den Verfahren verbundenen Unsicherheiten der Ergebnisse zu quantifizieren und zu bewerten.</p>				
Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Geostatistics	V/Ü	2/2	S	E. Zehe
	Analyse hydrologischer Zeitreihen	V/Ü	1/1	W	J. Ihringer

Inhalt	<p>Geostatistics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Umweltsystemtheorie, Umweltmonitoring und experimentelles Design (Datentypen, Skalentriplett, Messverfahren) - Experimentelle Variogramme, gerichtete Variogramme, Indikatorvariogramme; Anpassung theoretischer Variogrammfunktionen; Anisotropie - Krigingverfahren: Ordinary Kriging, Screening Eigenschaften von Kriging Schwerpunkten, BLUE, pure nugget effect, Kreuzvalidierung, RMSE - Schätzung räumlicher Muster für nicht stationäre Daten (External Drift Kriging, Simple Updating) - Schätzung räumlicher Muster bei Simulationen: Glättungsprobleme bei Interpolationsmethoden, Turning Band Simulations <p>Analyse hydrologischer Zeitreihen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Zeitreihenanalyse - Testverfahren bzgl. Homogenität, Stationarität und Ausreißer - Extremwertstatistik für Hoch- und Niedrigwasserabflüsse für die hydrologische Bemessung - Komponenten einer Zeitreihe und deren Bestimmung (Trend, Periode und Restglied) - Ansätze zur Beschreibung des Restglieds - Generierung von hydrologischen Zeitreihen: Allgemeine Grundlagen, Generierung von Jahres-, Monats- und Tageswerten - Stochastische Bemessung eines Versorgungsspeichers - Anwendungsbeispiele anhand vorhandener statistischer PC-Programme
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 h Vor-/Nachbereitung: 120 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h
Literatur/ Lernmaterialien	Bárdossy, A. (2001): Introduction into Geostatistics. Inst. f. Wasserbau, Universität Stuttgart. Kitanidis, P. K. (1999): Introduction into Geostatistics. Applications in Hydrogeology. Cambridge University Press. Bras, R. L. and Rodriguez-Iturbe, I. (1985): Random Functions and Hydrology. Addison-Wesley Massachusetts. Brooker, I. (1982): Two-dimensional simulation by turning bands. Math. Geology 17 (1).

Water Ecology

Modulcode	CC371
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Stephan Fuchs/Dr.-Ing. Stephan Hilgert
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: schriftliche Ausarbeitung (ca. 8 - 15 Seiten) mit Präsentation (ca. 15 min).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den gewässerökologischen Grundlagen von Oberflächengewässern vertraut. Sie sind in der Lage, die Interaktion zwischen abiotischen Kontrollgrößen (Strömung, Chemismus, Struktur) und ihre Bedeutung für den ökologischen Zustand von Still- und Fließgewässern darzulegen und kritisch zu bewerten. Durch die Vermittlung von Feld- und Labormethoden zur Bestimmung der Gewässergüte können Sie die selbst im Gelände erhobenen Daten zur chemischen, biologischen und strukturellen Wassergüte bewerten und hinsichtlich der Unsicherheiten bei der Datenerhebung einordnen. Anhand von Fallbeispielen können sie die Erfolge und Restriktionen von Gewässersanierungsverfahren ableiten und beurteilen.

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Applied Ecology and Water Quality	V/S	3	S	S. Fuchs, S. Hilgert
	Field Training Water Quality	Ü	1	S	S. Fuchs, S. Hilgert
Inhalt	<p>In diesem Modul werden gewässerökologische Grundprinzipien, deren praktische Bedeutung und Umsetzung sowie davon abgeleitete Maßnahmenoptionen vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belastungen von Gewässern: Einleitungen, Stoffe, Sedimentproblematik - Probenahmeverfahren - Sauerstoffhaushalt - Verfahren zur Bewertung der Wasserqualität und des Gewässerzustands - Praktische Übungen zur Bewertung der Wasserqualität und des Gewässerzustands im Gelände <p>Es werden Fragestellungen aus der Praxis des Gewässerschutzes und der Gewässersanierung diskutiert und von den Studierenden selbständig in einer Hausarbeit bearbeitet. Hierbei wird der eigene Handlungsrahmen auf der Grundlage sichtbarer Anforderungen und Zielgrößen angewendet.</p>				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 40 h Hausarbeit: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 50 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Wetzel, Limnology, 3rd Edition, Academic Press 2001 Jürgen Schwörbel, Methoden der Hydrobiologie, UTB für Wissenschaft 1999 kursbegleitende Materialien</p>				

Instrumental Analysis

Modulcode	CC921
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. Gisela Guthausen/Dr. Gerald Brenner-Weiß
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Englisch, optional Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Auswertung der im Laborpraktikum gewonnenen Daten und Darstellung in einem Bericht (Umfang: maximal 5 Seiten)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Fundamentals of Water Quality (AF201)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den wichtigen Methoden der modernen instrumentellen Analytik und deren Anwendungsbereichen vertraut. Sie können die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien der Methoden erklären. Die Studierenden sind in der Lage, Lösungskonzepte zu analytischen Problemen zu entwickeln, und geeignete Verfahren der Probenvorbereitung und Messtechnik auszuwählen. Sie können Messdaten auswerten und die Ergebnisse interpretieren.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Instrumental Analysis		V	2		S	G. Guthausen
	Organic Trace Analysis of Aqueous Samples		P	2		S	G. Brenner-Weiß
Inhalt	<p>Instrumental Analysis: Einführung in ausgewählte, moderne Methoden der instrumentellen Analytik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optische Methoden - Magnetische Resonanzverfahren, Massenspektrometrie - Analytik über bildgebende Verfahren wie die MRT, die μCT und optische Methoden (CLSM und OCT) - Grundlagen der Daten- und Bildanalyse <p>Organic Trace Analysis of Aqueous Samples: Im Rahmen eines Laborpraktikum werden Verfahren der Probenanreicherung, der Probenvorbereitung und der Analyse von organischen Spurenstoffen in wässrigen Proben auf der Grundlage der HPLC gekoppelt mit der Tandem-Massenspektrometrie (LC-MSMS) in kleinen Gruppen erarbeitet und angewendet. Zur Absprache des Laborpraktikums wenden sich Interessierte bitte direkt an Dr. Brenner-Weiß (IFG).</p>						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Auswertung und Bericht zum Laborpraktikum: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien	Literaturempfehlungen finden sich in den Vorlesungsunterlagen.						

Mikrobielle Diversität

Modulcode	CC922
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Johannes Gescher
Level	4
Leistungspunkte	9
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Biologie</i>
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester, 3. Blockperiode im Wintersemester (4 Wochen)
Prüfungsform/ Teilleistungen	<p>Die Erfolgskontrolle erfolgt als Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3).</p> <p>Diese setzt sich zusammen aus einer schriftlichen Prüfung, über welche 90 % der Gesamtpunkte erreicht werden können, und einer Hausarbeit, über welche 10 % der Gesamtpunkte erreicht werden können.</p> <p>Die schriftliche Prüfung enthält dabei einen allgemeinen Teil, über den das Verständnis der begleitenden Vorlesung und das im Kurs erarbeitete Konzept der Entstehung und Evaluierung mikrobieller Diversität überprüft werden soll. 90 % der Klausurpunkte können in diesem Teil erreicht werden. In einem speziellen Teil (10 % der Klausurpunkte) werden die Studierenden bezüglich ihres individuellen Forschungsthemas im Praktikum schriftlich befragt.</p> <p>Als Hausarbeit sollen die Studierenden einen kurzen Artikel verfassen, in dem sie ihre Ergebnisse zusammenfassen und beurteilen. Darüber können 10 % der Gesamtpunkte erreicht werden.</p> <p>Bonuspunkte: Über Kurzvorträge wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben Bonuspunkte zu erreichen. Über diese Bonuspunkte kann die Gesamtnote um maximal eine Teilnotenstufe verbessert werden.</p>
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Applied Microbiology (PA982)“
Bedingungen	Keine

Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden lernen die wichtigsten Gruppen der <i>Bacteria</i> und <i>Archaea</i> kennen und können größere Gruppen sicher beschreiben. Sie verstehen wie die physiologischen Merkmale von Mikroorganismen zum Aufbau von komplexen Konsortien führen. - Sie können beschreiben, auf welche Art globale Stoffkreisläufe von Mikroorganismen bestimmt werden. - Sie beherrschen aerobe und anaerobe Kulturtechniken. - Sie erarbeiten im Team Strategien, um Mikroorganismen anhand ihrer physiologischen Merkmale zu isolieren. - Sie zeigen, dass sie Ergebnisse wissenschaftlich solide erzielen und in Form von kurzen Artikeln wiedergeben können. - In Form kurzer Übersichtsvorträge erlernen sie die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in kondensierter und ansprechender Form an ihre Zuhörer/innen weiterzugeben. 					
Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in	
	Mikrobielle Diversität	V	2	W	J. Gescher	
	Praktikum: Mikrobielle Diversität	P	6	W	J. Gescher	
Inhalt	<p>Mikroben sind auf unserem Planeten ubiquitär verbreitet. Sie haben sich an fast alle denkbaren ökologischen Nischen angepasst. Obgleich wir im Zeitalter molekularer Bestimmungsmethoden stetig eine Vielzahl neuer Organismen detektieren, ist die einhellige Meinung, dass wir nur einen Bruchteil der vorhandenen mikrobiellen Spezies kennen. Von diesem Bruchteil, über dessen Existenz wir wissen, sind wir wiederum nur in der Lage einen kleinen Teil zu isolieren und zu kultivieren.</p> <p>In diesem Praktikum sollen sich die Studierenden mit der Erforschung von mikrobieller Diversität und den Möglichkeiten zur Isolierung von Mikroben beschäftigen.</p> <p>Die Isolierung anaerober Organismen soll dabei im Vordergrund stehen. Neben der Isolierung sollen die Studierenden molekulare Methoden erlernen, über die Diversität nicht nur anreichernd sondern auch ohne Isolierung beschrieben werden kann.</p> <p>Der Kurs wird begleitet von Vorlesungen und Seminaren in denen die wichtigsten Gruppen der <i>Bacteria</i> und <i>Archaea</i> behandelt werden sollen.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: Vorlesung + Praktikum: 15 h + 90 h</p> <p>Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung: Vorlesung + Praktikum: 20 h + 145 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Fuchs, Georg: Allgemeine Mikrobiologie. Thieme.</p>					

Principles of Sustainable Water Management

Modulcode	CC907
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Helmut Lehn
Level	4
Leistungspunkte	3
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Referat (ca. 20 min) und dazugehörige schriftliche Ausarbeitung (ca. 10 - 15 Seiten, je nach Ausgestaltung).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Beschränkungen	Mindestens 8 Teilnehmende
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegende Idee des Nachhaltigkeitsprinzips zu verstehen und das Regelwerk eines geeigneten Konzepts auf die verschiedenen Aspekte des Umgangs mit Wasser anzuwenden. Sie sind dadurch in der Lage, die Nachhaltigkeitsperformance verschiedener Wassernutzungstechnologien kontextspezifisch (naturräumlich, ökonomisch, sozial) zu analysieren, zu beurteilen und diese Einschätzung argumentativ zu vertreten und zu begründen.

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Principles of Sustainable Water Management		S	2	W	
Inhalt	<p>Dieses Modul vermittelt eine Einführung in das Prinzip der Nachhaltigkeit und der nachhaltigen Entwicklung sowie einen Überblick über die historische Entwicklung dieses Prinzips und seine aktuelle Ausgestaltung durch verschiedene Konzepte. Anhand des Regelwerkes des Integrativen Nachhaltigkeitskonzepts der Helmholtzgemeinschaft werden verschiedene Aspekte der Wassernutzung bzw. des Umgangs mit Wasser und die zugehörigen Technologien im Hinblick auf die jeweilige Nachhaltigkeitsperformance analysiert und beurteilt. Die zugehörigen Praxisbeispiele stammen aus Baden-Württemberg, Deutschland und der Entwicklungszusammenarbeit.</p>						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Präsentation und Ausarbeitung: 40 h Vor-/Nachbereitung: 20 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Lehn H, Steiner M, Mohr H (1996): Wasser, die elementare Ressource – Leitlinien einer nachhaltigen Nutzung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Grunwald A, Kopfmüller J (2012): Nachhaltigkeit: 2., aktualisierte Auflage. Frankfurt: Campus</p>						

Infrastructure Planning – Socio-economic & Ecological Aspects

Modulcode	CC791
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Charlotte Kämpf
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung (Fokus: sozioökonomische Aspekte), Dauer: 60 min., gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1. Studienleistung als Prüfungsvorleistung: Booklet; DIN A5, ca. 15 Seiten (Fokus: ökologische Aspekte; d. h. Ökologie und Umweltverträglichkeitsprüfung)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, interdisziplinäre Texte zum Thema Infrastrukturplanung entsprechend ihrer Relevanz einzuordnen und hierzu weiterführende Fragen zu stellen. Die Studierenden können gezielt und selbständig Recherchen zur Beantwortung einer wissenschaftlichen Frage durchführen. Die Studierenden können Fachbegriffe differenziert beschreiben. Sie können die Texte in den Kontext integrierter Infrastrukturplanung und aktueller Problemstellungen zur Ressource Wasser stellen, um Lösungen zur Adaptation an regionale Gegebenheiten zu erarbeiten.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Infrastructure Planning – Socio-economic & Ecological Aspects		V/S/Ü	4	W	
Inhalt	<p>Sozioökonomische Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Natürliche Ressourcen als Wirtschaftsgut - Szenario Analyse zu Abbau und Tragfähigkeit natürlicher Ressourcen, Bestimmung von Werten, Zusatzkosten - Koordination von Aktivitäten zur wirtschaftlichen Entwicklung; strategische Planung, Indikatorsysteme - Cost-Benefit-Analyse, Investment-Kriterien Ökonomie von Infrastrukturprojekten <p>Ökologische Aspekte/Umweltverträglichkeitsprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung: Biodiversität Habitat, Resilienz, Struktur & Dynamik von Ökosystemen; Nährstoffkreisläufe - Bewertung: Bioindikatoren, ecosystem services - Geschichte der UVP, UVP in der EU, in anderen Ländern - Impact Assessment im Infrastruktur-Projektmanagement (<i>mitigation, compensation, monitoring, auditing</i>) 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 40 h (Vorlesung und Seminar) Vor-/Nachbereitung: 20 h Studienleistung/Prüfungsvorleistung (Booklet): 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h						
Literatur/ Lernmaterialien							

Umweltkommunikation/Environmental Communication

Modulcode	CC792
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Charlotte Kämpf
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“</p> <p>Master <i>Wirtschaftsingenieurwesen</i></p> <p>Master <i>Geodäsie</i></p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i></p>
Sprache	Deutsch (Materialien z. T. auf Englisch)
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	<p>Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3), bestehend aus einem Vortrag (ca. 15 – 20 min), einem Manuskript (ca. 4000 Worte) und einem Poster (DIN A1) zu einem selbstgewählten Thema;</p> <p>Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Literaturannotation (2-mal ca. 150 Worte), Impulsreferat (ca. 10 min)</p>
Prüfung Besonderheiten	Die Prüfungsvorleistungen und die Erfolgskontrolle, die in Form einer Prüfungsleistung anderer Art erfolgt, können auf Deutsch oder Englisch eingereicht werden.
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, Texte zu Umweltthemen systematisch zu analysieren und zu bewerten. Studierende können die Texte in den Kontext ökologischer Grundprinzipien und aktueller Umweltthematiken stellen. Die Studierenden können einen Text nach den Prinzipien der Rhetorik für verschiedene Lesergruppen optimieren.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Umweltkommunikation/Environmental Communication	S	2	W	Ch. Kämpf
Inhalt	<p>Komplexe sozio-technische Umweltsysteme: Naturwissenschaftliche Grundlagen; Dynamik realer Systeme; Wechselwirkungen; Struktur- und Prozessvielfalt der Umwelt, (Ökosystemtheorie)</p> <p>Umwelt im 21. Jahrhundert: Ressourcennutzung, globale Veränderung, Strategien: Naturschutz und Landschaftspflege; Umweltbewertung, ecosystem services; Kontext: Rechtlicher Rahmen</p> <p>Kommunikation: Interdisziplinarität, Transdisziplinarität; Umweltmanagement: Unsicherheit, Nichtwissen, Risiko; Kommunikationsmodelle</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Textarten (genres), Publ. Kulturen in akad. Disziplinen (Zweck: Entscheidungsfindung, Lernen, Forschung) 2. Annotierte Bibliographie; Lit.recherche, Zitate, Referenzen 3. Glossare (Ordnungsprinzipien, Klassen Kategorien) 4. Textproduktion <i>kairos</i> + ARISTOTELES: <i>ethos & logos & pathos</i> CICERO <i>inventio, dispositio, elocutio, memoria, action</i> IMRaD, Stil; 5. Doc cycle (Wiederverwendung) Textproduktion (Gestaltprinzipien WERTHEIMER, .ppt); visuals (Tabellen, Abbildungen), Seitenlayout, <i>peer edit</i> 				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 20 h (Seminar) Vor-/Nachbereitung: 40 h Studienleistung/Prüfungsvorleistung 45 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 75 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien					

Introduction to Matlab

Modulcode	CC772
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Uwe Ehret
Level	4
Leistungspunkte	3
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> Master <i>Geoökologie</i>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung, bestehend aus einer abschließenden Hausarbeit (Erstellung eines Matlab-Programms und ca. eine Seite Bericht).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Das Modul wird nicht benotet (bestanden/nicht bestanden).
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	
Bedingungen	Keine
Beschränkungen	Der Kurs ist auf 60 Teilnehmende begrenzt. Bitte melden Sie sich über das Studierendenportal an. Nur wenn dies nicht möglich sein sollte, bitte per E-Mail an den Modulverantwortlichen. Die Plätze werden unter Berücksichtigung des Fachsemesters vorrangig vergeben an Studierende aus <i>Water Science and Engineering</i> , dann <i>Bauingenieurwesen</i> , Vertiefungsrichtung „Wasser und Umwelt“, dann sonstige TeilnehmerInnen am Modul „Thermodynamics of Environmental Systems (PC741)“
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit allgemeinen Programmierrichtlinien sowie der spezifischen Arbeitsumgebung und der grundlegenden Syntax von Matlab vertraut. Sie sind damit in der Lage, selbständig einfache Programme zur Analyse und Visualisierung von Daten und zur Modellierung dynamischer Systeme zu formulieren und zu programmieren. Die Studierenden haben damit die Fähigkeiten erworben, rechnergestützte Modellierungsaufgaben in weiterführenden Kursen selbständig in Matlab zu lösen. Die Studierenden können Aufgabenstellungen in der Gruppe bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester	Dozent/in
		Introduction to Matlab		V/Ü	1/1	W
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Programmiergrundlagen: Programmierstrategien, Programmstrukturierung, Kontrollstrukturen, Operatoren und Variablen, Funktionen und Objekte, Matrizenrechnung - Matlab-Grundlagen: Historische Entwicklung, Installation, Graphische Nutzeroberfläche, Toolboxen, Nutzung der Hilfsfunktionen - Grundlegendes zur Programmierung mit Matlab: Syntax, Nutzung des Debuggers, Lesen und Schreiben von Dateien, Visualisierung von Daten <p>Programmierübungen in Form unbenoteter Hausarbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung von Programmen zur Analyse und Visualisierung von Messdaten - Planung und Programmierung eines einfachen dynamischen Modells - Die unbenoteten Hausarbeiten werden in Gruppen erarbeitet und präsentiert. 					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 10 h Kursbegleitende Hausarbeiten: 30 h Abschließende Hausarbeit: 20 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien						

Probability and Statistics

Modulcode	CC911
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Bernhard Klar
Level	4
Leistungspunkte	3
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und sind in der Lage, einfache zufällige Phänomene zu modellieren. Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden, und können dieses Wissen auf neue Beispiele anwenden. Sie kennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen deskriptiven und induktiven statistischen Methoden.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Probability and Statistics	V	2	S	B. Klar
Inhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine kurzgefasste Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und behandelt einige ausgewählte statistische Methoden.</p> <p>Schlüsselbegriffe: Zufallsexperimente, Ereignisse, Wahrscheinlichkeit, bedingte Wahrscheinlichkeit, unabhängige Ereignisse, Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeitsverteilung, Dichte, arithmetischer Mittelwert, Stichprobenvarianz, Fehlerfortpflanzung, Punktschätzung, Konfidenzintervalle, lineare Regression und Korrelation, statistische Tests.</p>				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 35 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 25 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Kottegoda, N.T. and R. Rosso (2008). Applied Statistics for Civil and Environmental Engineers. Wiley-Blackwell, 736 pp. (strongly suggested)</p> <p>Devore, J.L. (2011) Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. Duxbury Press.</p> <p>Lefebvre, M. (2006). Applied Probability and Statistics. Springer.</p> <p>Ross, S.M. (2009). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Academic Press.</p>				

Remote Sensing and Positioning

Modulcode	CC931					
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Thomas Vögtle/Dr.-Ing. Michael Mayer					
Level	4					
Leistungspunkte	6					
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“					
Sprache	Englisch					
Moduldauer	1 Semester					
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.					
Prüfung Besonderheiten	Keine					
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.					
Voraussetzungen	Keine					
Empfehlungen	Fundamentals of geometric optics, oscillations and waves, linear algebra (vectors, coordinate geometry, trigonometry)					
Bedingungen	Keine					
Qualifikationsziele	The module enables students to understand and to apply surveying and remote sensing methods. It provides tools for data processing and uncertainties as well as for spatial data management and visualization. Students will gain insight into processing resp. generating and analysis chains of remote sensing and geoinformatics; covering data acquisition techniques, data filtering, statistical assessment, 3D modeling, model assimilation/adaption, and critical evaluation.					
Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Terrestrial & Satellite Positioning	V/Ü	1/1	W		M. Mayer, M. Hennes
	Remote Sensing & Geo-Information Systems	V/Ü	1/1	W		Th. Vögtle, S. Hinz
Inhalt	Terrestrial & Satellite Positioning: <ul style="list-style-type: none"> - Definition of reference systems and realization of reference frames - Satellite positioning: GNSS segments, code and phase measurements, error sources, differential and absolute positioning, RTK and static mode - 3D point/position, height calculation - Terrestrial surveying of heights: methods and introduction to instruments - Satellite positioning: GNSS description, signals, error 					

	<p>sources and error reduction, processing strategies, absolute and differential GNSS, real-time, post-processing, planning a GNSS project, services</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparison of terrestrial and satellite-based height determination <p>Remote Sensing & Geo-Information Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Electromagnetic spectrum; sensors and data of remote sensing, image processing; strategy of development of GIS, definition and example, standardization; reference and coordinate systems, deformation and rectification, digital terrain models - Data processing: histograms, multispectral classification, quality assessment - Examples of Remote Sensing Applications - Sensors and systems: Airborne vs. satellite platforms, metric cameras, scanner, radar - Exercise: Introduction to Remote Sensing Software, Multi-spectral classification, evaluation techniques
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Bannister, A., S. Raymond, R. Baker (1998). Surveying. Longman.</p> <p>Elfick, M., J. Fryer, B. Brinker and P. Wolf (1995). Elementary surveying. Harper Collins.</p> <p>Hofmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger, J. Collins (2001). Global Positioning System, 5/e. Theory and Practice. Springer.</p> <p>Hofmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger, E. Wasle (2007). GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo & more. Springer.</p> <p>Hoffmann-Wellenhof, B., H. Moritz (2005). Physical Geodesy. Wien: Springer.</p> <p>Kraus, K. (2007). Photogrammetry (Vol. I): Geometry from Images and Laser Scans, 2/e. Berlin, D: de Gruyter.</p> <p>Lillesand, T. and R. Kiefer (2000). Remote Sensing and Image Interpretation, 4/e. John Wiley.</p> <p>Richards, J. A., X. Jia (2006). Remote sensing digital image analysis: an introduction, 4/e. Birkhäuser.</p> <p>Seeber, G. (2003). Satellite Geodesy – Foundations, Methods and Applications. 2nd ed., Berlin: De Gruyter.</p> <p>Torge, W. (2001). Geodesy, 3/e. Berlin, D: de Gruyter.</p> <p>Lecture notes: Heck, B.; Mayer, M., K. Seitz. "Terrestrial & Satellite Positioning"</p>

Einführung in GIS für Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen

Modulcode	CC933
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Norbert Rösch/Dr.-Ing. Sven Wursthorn
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 90 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1; Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: bestandener Onlinetest
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind mit den Grundlagen der räumlichen Datenverarbeitung vertraut.</p> <p>Dies umfasst im Wesentlichen die geometrische und topologische Modellierung und die Sachdatenverwaltung.</p> <p>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien eines Geoinformationssystems und sind mit der Definition des Raumbezuges vertraut.</p> <p>Sie sind in der Lage einfache projektbezogene Fragestellungen selbständig zu bearbeiten.</p>

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Einführung in GIS für Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen				V/Ü	2/2	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Geoinformationssysteme - Geodatenmodellierung - Räumliche Bezugssysteme - Datenbanksysteme und SQL - Geodateninfrastruktur und standardisierte Geodienste 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Bill, Grundlagen der Informationssysteme, Wichmann, 2010 Onlineressourcen Vorlesungsfolien						

Geodateninfrastrukturen und Webdienste

Modulcode	CC935
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Sven Wursthorn
Level	4
Leistungspunkte	4
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester Blockkurs in der zweiten Hälfte des Sommersemesters
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2; Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Bearbeitung der Übungsaufgaben
Prüfung Besonderheiten:	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können standardisierte Geo-Webdienste erklären. Sie können diese Dienste auf der Client Seite nutzen und diese auch selbst als Service zur Verfügung stellen. Die Studierenden können dabei ihr Wissen über Geodateninfrastrukturen an konkreten, praktischen Fragestellungen anwenden.

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Geodateninfrastrukturen und Webdienste	V/Ü	1/2		S	S. Wursthorn
Inhalt	Das Modul befasst sich mit den standardisierten Geodateninfrastrukturen INSPIRE, GDI-DE und behandelt die dafür nötigen OGC Dienste. Darüber hinaus wird ein Überblick über Geo-Webdienste außerhalb der OGC-Welt gegeben.					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 20 h Vor-/Nachbereitung: 80 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 20 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Vorlesungsfolien Bill, Grundlagen der Informationssysteme, Wichmann, 2010 Onlineressourcen					

Numerische Mathematik für die Fachrichtungen Informatik und Ingenieurwesen

Modulcode	CC912
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Daniel Weiß Prof. Dr. Christian Wieners Prof. Dr. Andreas Rieder
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods and Competencies“ Master <i>Maschinenbau</i>
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 120 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Höhere Mathematik: Analysis; z. B. Höhere Mathematik I & II [0131000; 0180800]
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden kennen die Umsetzung von mathematischem Wissen in die zahlenmäßige Lösung praktisch relevanter Fragestellungen. Dies ist ein wichtiger Beitrag zum tieferen Verständnis sowohl der Mathematik als auch der Anwendungsprobleme.</p> <p>Im Einzelnen können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - entscheiden, mit welchen numerischen Verfahren sie mathematische Probleme numerisch lösen können, - das qualitative und asymptotische Verhalten von numerischen Verfahren beurteilen und - die Qualität der numerischen Lösung kontrollieren.

2.3 Module im Fach Cross-Cutting Methods & Competencies

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Numerische Mathematik für die Fachrichtungen Informatik und Ingenieurwesen	V/Ü	2/1		S	D. Weiß
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Gleitkommarechnung - Kondition mathematischer Probleme - Vektor- und Matrixnormen - Direkte Lösung linearer Gleichungssysteme - Iterative Lösung linearer Gleichungssysteme - Lineare Ausgleichsprobleme - Lineare Eigenwertprobleme - Lösung nichtlinearer Probleme: Fixpunktsatz, Newton-Verfahren - Polynominterpolation - Fouriertransformation (optional) - Numerische Quadratur - Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen (optional) 					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung: 65 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 70 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Vorlesungsskript (D. Weiß) W. Dahmen/A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler					

Modul Sprachenzentrum

Modulcode	CC949
Modul-Verantwortliche/r	Sprachenzentrum/ Studienkolleg für ausländische Studierende
Level	4
Leistungspunkte	2 - 6 (je nach Umfang der belegten Kurse)
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods & Competencies“
Sprache	-
Moduldauer	1 - 2 Semester (je nach Umfang der belegten Kurse)
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form eines schriftlichen Leistungsnachweises.
Prüfung Besonderheiten	Es besteht Anwesenheitspflicht während den Lehrveranstaltungen. Genauere Informationen s. Sprachenzentrum (www.spz.kit.edu) bzw. Studienkolleg für ausländische Studierende (www.stk.kit.edu).
Modulnote	Das Modul wird nicht benotet (bestanden/nicht bestanden).
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Kurse in der eigenen Muttersprache dürfen nicht besucht werden. Es dürfen keine Englischkurse belegt werden, die unter dem Niveau der Zugangsvoraussetzung des Masterstudiengangs <i>Water Science and Engineering</i> liegen. Das Modul kann nur im Rahmen des Faches „Cross-Cutting Methods and Competencies“ oder als Zusatzleistung anerkannt werden.
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kompetenzen der interkulturellen Kommunikation.
Inhalte	Studierende haben im Rahmen dieses Moduls die Möglichkeit, Kenntnisse in einer Sprache ihrer Wahl zu erlangen, bzw. ihre Kenntnisse zu verbessern. Informationen zum Kursangebot und zur Anmeldung sind den Seiten des Sprachenzentrums zu entnehmen: www.spz.kit.edu Studierende, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, haben die Möglichkeit am Studienkolleg Deutschkurse zu belegen: www.stk.kit.edu/deutsch_kurse.php
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 - 90 h Vor-/Nachbereitung: 30 - 90 h (je nach Umfang der belegten Kurse) Im Rahmen der Lehrveranstaltungen des Sprachenzentrums und des Studienkollegs wird 1 LP für 1 SWS erworben.

2.4 Module Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle

Water Technology

Modulcode	PA221
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Harald Horn
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Water Technologies & Urban Water Cycle“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Wasserchemie hinsichtlich Art und Menge der Wasserinhaltsstoffe vertraut und können deren Wechselwirkungen und Reaktionen in aquatischen Systemen erläutern. Die Studierenden erhalten Kenntnisse zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Prozessen der Trinkwasseraufbereitung. Sie sind in der Lage Berechnungen durchzuführen, die Ergebnisse zu vergleichen und zu interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Water Technology	V/Ü	3	W		H. Horn
Inhalt	Wasserkreislauf, Nutzung, physikal.-chem. Eigenschaften, Wasser als Lösemittel, Härte des Wassers, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Wasseraufbereitung (Siebung, Sedimentation, Flotation, Filtration, Flockung, Adsorption, Ionenaustausch, Gasaustausch, Entsäuerung, Enthärtung, Oxidation, Desinfektion); Anwendungsbeispiele, Berechnungen.					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 75 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Crittenden et al. (2005): Water Treatment, Principles and design. Wiley & Sons, Hoboken DVGW-Handbuch (2004): Wasseraufbereitung-Grundlagen und Verfahren, Oldenbourg, München. Vorlesungsskript (ILIAS Studierendenportal), Praktikumsskript					

Membrane Technologies and Excursions

Modulcode	PA222
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Harald Horn/Dr.-Ing. Florencia Saravia
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Water Technologies & Urban Water Cycle“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Teilnahme an den Exkursionen
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	„Water Technology (PA221)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Membrantechnik in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung, gängige Membranverfahren (Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse) und deren verschiedene Anwendungen. Sie sind in der Lage solche Anlagen auszulegen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Membrane Technologies in Water Treatment	V	2	W		H. Horn, F. Saravia
	Waste Water Disposal and Drinking Water Supply – Introduction and Excursions	V/E	1		S	G. Abbt-Braun
Inhalt	<p>Das Lösungs-Diffusions-Modell. Die Konzentrationspolarisation und die Konsequenzen für die Membranmodulauslegung. Membranherstellung und Membraneigenschaften. Membrankonfiguration und Membranmodule. Membrananlagen zur Meerwasserentsalzung und zur Brackwasserbehandlung. Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung. Biofouling, Scaling und Vermeidungsstrategien für beides. Exkursionseinführung und Exkursionen: Abwasserentsorgung und Trinkwasserversorgung, Exkursionen zu kommunalen Kläranlagen und zu Wasserwerken.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 55 h Vor-/Nachbereitung: 60h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 65 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Melin, T.; Rautenbach, R.: "Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung", Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2007 Mulder, Marcel H.: "Basic principles of membrane technology", Kluwer Academic, Dordrecht, 2000 Schäfer, A. I.: „Nanofiltration: principles and applications“, Elsevier, Oxford, 2005 Staude, E.: "Membranen und Membranprozesse", Verlag Chemie, Weinheim, 1992 Vorlesungsunterlagen in ILIAS</p>					

Applied Microbiology

Modulcode	PA982
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Schwartz/Prof. Dr. Andreas Tiehm
Level	4
Leistungspunkte	8
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Water Technologies & Urban Water Cycle“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Sommersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Verständnis mikrobiologischer Prozesse in der Umwelt und in technischen Systemen
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Prinzipien der Mikrobiologie und deren technische Anwendung erklären. Sie sind in der Lage technisch relevante biochemische und molekularbiologische Besonderheiten auf ökologische, bio- und umwelttechnische Prozesse zu übertragen. Sie können biotechnologische Verfahren hinsichtlich leistungsbegrenzender Faktoren analysieren und Prozesskombinationen zur Steigerung der Umsatzraten unter ökologisch-ökonomischen Gesichtspunkten beurteilen.

2.4 Module Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Microbiology for Engineers		V	2		S	T. Schwartz
	Environmental Biotechnology		V	2	W		A. Tiehm
Inhalt	Inhaltliche Schwerpunkte sind Aufbau und Rolle von Mikroorganismen, Wechselwirkungen mit globalen Stoffkreisläufen und anderen Organismen, der mikrobielle Einfluss auf Energie und Korrosion sowie die Bekämpfung von Mikroorganismen. Aufbauend auf den grundlegenden Stoffwechselprozessen werden biotechnologische Verfahren und spezifische Monitoringmethoden vorgestellt.						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 90 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 90 h						
Literatur/ Lernmaterialien							

Practical Course in Water Technology

Modulcode	PA223
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Harald Horn
Level	4
Leistungspunkte	4
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Water Technologies & Urban Water Cycle“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus einer Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3) in Form von benoteten Praktikumsprotokollen, einem benoteten Vortrag sowie einer mündlichen Teilprüfung, Dauer: 15 min.
Prüfung Besonderheiten	Die Teilprüfungsleistungen in Form der benoteten Praktikumsprotokolle und dem benoteten Vortrag müssen für die Zulassung zur mündlichen Teilprüfung bestanden sein.
Modulnote	Die Gesamtnote des Moduls wird als gewichtetes Mittel aus den Einzelnoten der Teilprüfungsleistungen gebildet (Praktikumsprotokolle 40 %, Vortrag 10 %, mündliche Teilprüfung 50 %).
Voraussetzungen	Modul „Water Technology (PA221)“
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden wichtigen Aufbereitungsverfahren in der Wassertechnik zu erklären. Sie können Berechnungen durchführen, Daten vergleichen und interpretieren. Sie sind fähig, methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Practical Course in Water Technology	V/P	2	S	H. Horn, G. Abbt-Braun, A. Hille-Reichel
Inhalt	Praktikum: 6 Versuche aus folgender Auswahl: Kalklöseversuch, Flockung, Adsorption an Aktivkohle, Photochemische Oxidation, Atomabsorptionsspektrometrie, Ionenchromatographie, Flüssigkeitschromatographie, Summenparameter, und Vortrag				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 35 h Vor-/Nachbereitung: 50 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 35 h				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Harris, D. C. (2010): Quantitative Chemical Analysis. W. H. Freeman and Company, New York.</p> <p>Crittenden J. C. et al. (2005); Water Treatment – Principles and Design, Wiley & Sons, Hoboken.</p> <p>Patnaik P. (2010), Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes. CRC Press.</p> <p>Wilderer, P. (2011). Treatise on Water Science, Four-Volume Set, 1st Edition; Volume 3: Aquatic Chemistry and Biology. Elsevier, Oxford.</p> <p>Vorlesungsskript im ILIAS</p> <p>Praktikumsskript</p>				

Process Engineering in Wastewater Treatment

Modulcode	PA321				
Modul-Verantwortliche/r	Prof. h.c. Erhard Hoffmann				
Level	4				
Leistungspunkte	6				
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Profil „Water Technology & Urban Water Cycle“</p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i>, Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“</p>				
Sprache	Englisch				
Moduldauer	1 Semester				
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 60 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.				
Prüfung Besonderheiten	Keine				
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.				
Voraussetzungen	Keine				
Empfehlungen	Modul „Urban Water Infrastructure and Management (AF301)“				
Bedingungen	Keine				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden verfügen über das Wissen typischer Verfahrenstechniken der Abwasserreinigung im In- und Ausland. Sie sind in der Lage, diese technisch zu beurteilen und unter Berücksichtigung rechtlicher Randbedingungen flexibel zu bemessen. Die Studierenden können die Anlagentechnik analysieren, beurteilen und betrieblich optimieren. Es gelingt eine energetisch effiziente Auslegung unter Berücksichtigung wesentlicher kostenrelevanter Faktoren. Die Studierenden können die Situation in wichtigen Schwellen- und Entwicklungsländern im Vergleich zu der in den Industrienationen analysieren und wasserbezogene Handlungsempfehlungen entwickeln.</p>				
Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Municipal Wastewater Treatment	V/Ü	1/1	W	E. Hoffmann
	International Sanitary Engineering	V/Ü	1/1	W	E. Hoffmann

Inhalt	<p>Municipal Wastewater Treatment: Die Studierenden erlangen vertieftes Wissen über Bemessung und Betrieb typischer Verfahrenstechniken der kommunalen Abwasserreinigung in Deutschland. Behandelt werden u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Belebungsverfahren - Anaerobtechnik und Energiegewinnung - Kofermentation und nachwachsende Rohstoffe - Filtrationsverfahren - Abwasserdesinfektion und pathogene Keime - Chem. und biologische Phosphorelimination - Spurenstoffelimination - Ressourcenschutz und Energieeffizienz <p>International Sanitary Engineering: Die Studierenden verfügen über das Wissen der Bemessung und des Betriebs der im internationalen Raum eingesetzten Techniken zur Wasseraufbereitung. Sie können diese Techniken analysieren, beurteilen und entscheiden, wann neue, stärker ganzheitlich orientierte Methoden eingesetzt werden können. Behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belebungsverfahren - Tropf- und Tauchkörper - Teichanlagen - Bodenfilter/Wetlands - UASB / EGSB / Anaerobe Filter - Dezentrale versus zentrale Systeme - Stoffstromtrennung - Energiegewinnung aus Abwasser - Trinkwasseraufbereitung - Abfallwirtschaft
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h
Literatur/ Lernmaterialien	Imhoff, K. u. K.R. (1999) Taschenbuch der Stadtentwässerung, 29. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, Wien ATV-DVWK (1997) Handbuch der Abwassertechnik: Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Band 5, Verlag Ernst & Sohn, Berlin ATV-DVWK(1997) Handbuch der Abwassertechnik: Mechanische Abwasserreinigung, Band 6, Verlag Ernst & Sohn, Berlin Sperling, M.; Chernicaró, C.A.L. (2005) Biological wastewater treatment in warm climate regions, IWA publishing, London Wilderer, P.A., Schroeder, E.D. and Kopp, H. (2004) Global Sustainability - The Impact of Local Cultures. A New Perspective for Science and Engineering, Economics and Politics WILEY-VCH

Wastewater and Storm Water Treatment

Modulcode	PA322
Modul-Verantwortliche/r	Prof. h.c. Erhard Hoffmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profil „Water Technology & Urban Water Cycle“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus einer Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3) in Form einer Hausarbeit (ca. 10 Seiten) und Präsentation (ca. 15 min).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Urban Water Infrastructure and Management (AF301)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit verfahrenstechnischen Anlagen der Abwasser- und Regenwasserbehandlung vertraut. Sie können die Funktionsprinzipien der einzelnen Anlagenkomponenten erläutern, deren Eignung für spezifische Anwendungsfälle bewerten und grundlegende Bemessungsansätze anwenden.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Process Technologies in Water Supply, Storm Water Treatment and Wastewater Disposal	V/Ü	4		S	S. Fuchs, E. Hoffmann
Inhalt	Besichtigung, Beschreibung und Bewertung verschiedener wassertechnologischer Anlagen: <ul style="list-style-type: none"> - Regenklärbecken - Regenüberlaufbecken - Retentionsbodenfilter - Kläranlagen Dimensionierungsansätze für Anlagen in der Regenwasserbehandlung					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Hausarbeit und Präsentation: 90 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Gujer, W. „Siedlungswasserwirtschaft“, Springer, Berlin 3.Aufl., 2007 Grigg, N, S „Water, Wastewater, and Stormwater Infrastructure Management“, Second Edition (Englisch) Francis and Taylor 2012					

Industrial Water Management

Modulcode	PA323
Modul-Verantwortliche/r	Prof. h.c. Erhard Hoffmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profil „Water Technologies & Urban Water Cycle“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Bericht zu Laborarbeit (ca. 10 Seiten)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse zu den Verfahren der Abwasserbehandlung bei industriellen Produktionsprozessen und können die Funktionsprinzipien der Verfahren erläutern. Sie sind in der Lage, Inhaltsstoffe von Industrieabwässern und Emissionen auf Basis der gesetzlichen Regelungen zu bewerten. Sie können Problemstellungen der Industrieabwasserbehandlung analysieren und geeignete Verfahren zur Emissionsminderung und dem Wasserrecycling auswählen.

2.4 Module Profil A - Water Technologies & Urban Water Cycle

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Cleaner Production		V/Ü	1/1		S	E. Hoffmann
	Adapted Technologies		V/Ü	1/1	W		E. Hoffmann
Inhalt	In diesem Modul werden unterschiedliche Typen von industriellen Abwässern (Leder-, Papier- und metallverarbeitende Industrie) betrachtet und angepasste chemische, physikalisch-chemische und, wo erforderlich, auch biologische Behandlungsmethoden entwickelt.						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 40 h Laborbericht: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 50 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Vorlesungsbegleitende Materialien Rüffer, H; Rosenwinkel, K.-H. (1991) Handbuch der Industrieabwasserreinigung, Oldenbourg-Verlag, München Metcalf and Eddy (2003) Wastewater Engineering – Treatment and Reuse, McGraw-Hill, New York						

Wasserverteilungssysteme/Water Distribution Systems

Modulcode	PA621
Modul-Verantwortliche/r	NN
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Profulfach „Water Technologies & Urban Water Cycle“</p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i>, Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“</p>
Sprache	Deutsch/Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	<p>Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.</p> <p>Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Projektarbeit bestehend aus einer schriftlichen Ausarbeitung (ca. 15 Seiten) und Präsentation (ca. 15 min)</p>
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Hydromechanik (insbesondere Rohrhydraulik)
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Komponenten und betrieblichen Anforderungen von Wasserversorgungssystemen. Sie sind in der Lage Wasserverteilungssysteme zu konzipieren, zu bemessen und zu optimieren. Auf Basis des erworbenen Wissens können sie Konzepte und Planungen kritisch analysieren. Für die Planung und Analyse von Wasserverteilungssystemen können die Studierenden Rohrnetzmodelle erstellen und anwenden. Durch das Erarbeiten eines beispielhaften Planungsprojekts verfügen die Studierenden über Kompetenzen in den Bereichen der Arbeitsorganisation, sowie Präsentation und Diskussion von Arbeitsergebnissen.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Wasserverteilungssysteme/Water Distribution Systems	V/Ü	2/2	W		NN
Inhalt	<p>In diesem Modul werden folgende Themen vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Wasserverteilung - Grundlagen der Rohrnetzmodellierung und Rohrnetzberechnung - Einführung in die Software Epanet (Rohrnetzberechnung) und ArcGIS (Geoinformationssystem) - Wasserbedarf - Wasserverluste - Kalibrierung von Rohrnetzmodellen - Bemessung von Rohrnetzen, Speicherbehältern und Förderanlagen - Anwendung des technischen Regelwerks des DVGW <p>Das erlernte Wissen wird in einem semesterbegleitenden, exemplarischen Planungsprojekt von den Studierenden angewandt.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Projektarbeit „Wasserverteilung“: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Fachbücher: Mutschmann und Stimmelmayer (2007). Taschenbuch der Wasserversorgung, 14. Aufl., Vieweg. Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D. A., Grayman, W., Beckwith, S. und Koelle, E. (2003). Advanced Water Distribution Modeling Management, Haestad Methods Inc., Waterbury. Schrifttum zur Vorlesung (auf Deutsch und Englisch)</p>					

Biofilm Systems

Modulcode	PA224
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Harald Horn
Level	4
Leistungspunkte	4
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profulfach „Water Technology & Urban Water Cycle“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Struktur und Funktion von Biofilmen in natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen beschreiben und die wesentlichen Einflussfaktoren und Prozesse zur Ausbildung spezifischer Biofilme erklären. Sie sind mit Verfahren zur Visualisierung der Strukturen sowie mit Modellen für die Simulation des Biofilmwachstums vertraut. Sie können geeignete Verfahren für die Untersuchungen von Biofilmen auswählen und die Habitatbedingungen bewerten.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Biofilm Systems	V	2	S	H. Horn, J. Gescher, A. Hille-Reichel, M. Wagner
Inhalt	<p>Mikroorganismen organisieren sich in technischen und natürlichen aquatischen Systemen typischerweise in Form von Biofilmen. Biofilme sind aber nicht nur Anreicherungen von Mikroorganismen an Grenzflächen, darüber hinaus bildet eine Matrix aus extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) ein Grundgerüst für den Zusammenhalt. In der Vorlesung wird die Struktur und Funktion der Biofilme in verschiedensten natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen (Biofilmreaktoren, Biofilme in Fließgewässern, Biofouling in technischen Systemen und Biofilme zur Stromerzeugung in Mikrobiellen Brennstoffzellen) gezeigt und diskutiert. Wachstum und Abtrag der Mikroorganismen als wesentliche Prozesse zur Gestaltung der Struktur werden beschrieben und Modelle zu deren Simulation vorgestellt. Darüber hinaus werden mikroskopische Verfahren zur Visualisierung der Biofilmstrukturen gezeigt.</p>				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 30h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Vorlesungsunterlagen im ILIAS</p>				

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Environmental Fluid Mechanics

Modulcode	PB421
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Olivier Eiff
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 90 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Modul „Advanced Fluid Mechanics (AF401)“
Empfehlungen	Modul „Analysis of Turbulent Flows (PB521)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende hydrodynamische Prozesse in Wasser und Luft in der natürlichen Umwelt zu beschreiben und damit verbundene theoretische und praktische Probleme zu lösen. Sie können umweltströmungsmechanische Phänomene analysieren und mit grundlegenden Prinzipien der Hydromechanik sowie den Besonderheiten der Strömungsverhältnisse in Beziehung setzen. Sie können verschiedene Modelle und Annäherungen für Lösungen und Prognosen kritisch beurteilen und erste qualitative und quantitative Einschätzungen vornehmen.

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Environmental Fluid Mechanics		V/Ü	4	W		O. Eiff
Inhalt	<p>Dieses Modul vermittelt die grundlegenden Konzepte und Modelle der Umweltströmungsmechanik in Wasser und Luft. Es werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Struktur der Turbulenz in Flüssen und Gerinnen - Diffusion und Dispersion - Atmosphärische Grenzschichten - Interne Gravitationswellen - Instabilitäten und Durchmischung - Geschichtete Turbulenz in Ozeanen - Buoyant jets - Plumes 						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien							

Analysis of Turbulent Flows

Modulcode	PB521
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Uhlmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Fach „Cross-Cutting Methods & Competencies“</p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i>, Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“</p> <p>Master <i>Maschinenbau</i></p>
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Sommersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: ca. 45 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	<p>Vorkenntnisse in Hydromechanik/Strömungsmechanik (Umgang mit den Navier-Stokes Gleichungen)</p> <p>Höhere Mathematik (Analysis - partielle Differentialgleichungen, Fourieranalyse, Vektoren/Tensoren, Matrizen und Eigenwerte; Statistik)</p> <p>Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab sind hilfreich; ansonsten wird empfohlen, am Kurs „Einführung in Matlab (CC772)“ teilzunehmen.</p>
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Charakteristika turbulenter Strömungen zu beschreiben und deren Auswirkungen auf verschiedene Bilanzgrößen zu quantifizieren. Sie können die Problematik der Berechnung turbulenter Strömungen einordnen. Mit diesem Wissen können sie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Modellierungsansätze je nach Anwendung gegeneinander abwägen und eine angemessene Auswahl für ein gegebenes Problem treffen. Die Studierenden können die zu erwartenden Ergebnisse von Turbulenzmodellen kritisch hinsichtlich Voraussagefähigkeit und Berechnungsaufwand analysieren.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Fluid Mechanics of Turbulent Flows	V	2		S	M. Uhlmann
	Modeling of Turbulent Flows – RANS and LES	V	2	W		M. Uhlmann
Inhalt	<p>Dieses Modul vermittelt eine allgemeine Einführung zur Analyse turbulenter Strömungen. Es werden die mathematisch-physikalischen Grundlagen zur quantitativen Beschreibung turbulenter Strömungen erarbeitet, d. h. sowohl die Eigenschaften der Erhaltungsgleichungen selber, als auch die notwendigen mathematischen Werkzeuge und die gebräuchlichen Modellierungsansätze für Ingenieurprobleme.</p> <p>Im Kurs Fluid Mechanics of Turbulent Flows wird die Phänomenologie turbulenter Strömungen vorgestellt, die statistische Beschreibung eingeführt, Charakteristika von freien Scherströmungen und von wandnahen Strömungen definiert, und die turbulente Energiekaskade analysiert.</p> <p>Im Kurs Modeling of Turbulent Flows – RANS and LES wird der statistische Modellansatz basierend auf Reynoldsscher Mittelung (RANS) vom einfachen algebraischen Modell bis zum Reynoldsspannungstransportmodell behandelt. Des Weiteren wird das Konzept der Grobstruktursimulation (LES) einführend behandelt.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien						

Advanced Computational Fluid Mechanics

Modulcode	PB522
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Uhlmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus: Teilleistung „Numerical Fluid Mechanics II“ (3 LP): Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilleistung „Parallel Programming Techniques for Engineering Problems“ (3 LP): Schriftliche Prüfung, Dauer: 60 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Modul „Numerical Fluid Mechanics (AF501)“
Empfehlungen	Programmierkenntnisse in einer Compilersprache (C,C++, FORTRAN oder äquivalent) sind dringend empfohlen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, einfache Strömungsprobleme basierend auf den Navier-Stokes Gleichungen selbständig numerisch zu lösen. Dazu gehört der Entwurf einer Lösungsmethode, die Analyse von deren Eigenschaften (Stabilität, Präzision, Rechenaufwand), die algorithmische Implementierung, die Validierung mittels geeigneter Testfälle, und schließlich die Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Techniken zur Nutzung massiv paralleler Rechensysteme zur Lösung von Strömungsproblemen hinsichtlich Effizienz und Anwendbarkeit zu bewerten und auf Modellprobleme anzuwenden.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester	Dozent/in	
	Numerical Fluid Mechanics II		V/Ü	1/1		S	M. Uhlmann
	Parallel Programming Techniques for Engineering Problems		V/Ü	1/1		S	M. Uhlmann
Inhalt	<p>Dieses Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse der numerischen Simulation von Strömungsproblemen, aufbauend auf den Inhalten des Kurses Numerical Fluid Mechanics II. Hier werden Lösungsmethoden für die zeitabhängigen Navier-Stokes Gleichungen in mehreren Raumdimensionen an konkreten Beispielen erarbeitet. Dies schließt folgende Aspekte ein: Kopplung bzw. Entkopplung von Geschwindigkeits- und Druckfeldern in inkompressiblen Strömungen, numerische Behandlung von Diskontinuitäten (Verdichtungsstoß, Wechselsprung), Berechnung des Transportes passiver Skalare, Verfolgung von Partikeln im Strömungsfeld, lineare Stabilitätsanalyse.</p> <p>Im Modulteil Parallel Programming Techniques for Engineering Problems werden die Grundlagen der Programmierung von massiv-parallelen Rechensystemen vermittelt. Dazu werden die gängigen Rechnerarchitekturen und die am weitesten verbreiteten Paradigmen der parallelen Programmierung vorgestellt. Mit Hilfe des Standards <i>Message Passing Interface (MPI)</i> werden Techniken für die Realisierung einiger Standardalgorithmen der numerischen Strömungsmechanik (und anderer Disziplinen, in denen Feldprobleme auftreten) auf Parallelrechnern erarbeitet.</p>						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien							

Technische Hydraulik

Modulcode	PB431
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Cornelia Lang
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profilmfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 100 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundlagen der Hydromechanik
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes strömungsmechanisches Problem zu analysieren, zu berechnen und zu bewerten. Diese Fähigkeit wird an zahlreichen praktischen Ingenieurbeispielen geübt.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Stationärer und instationärer Betrieb von hydraulischen Anlagen		V/Ü	2/2		S
Inhalt	<p>Teil 1 - Rohrleitungssysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensionierung von Rohrleitungssystemen - Berechnung von Rohrnetzen - Instationäre Strömung in Rohrleitungen <p>Teil 2 - Kontrollbauwerke:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berechnung der Leistungsfähigkeit - Energiedissipation - Schussrinnen - Instationärer Betrieb 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Vorlesungsskript Rohrhydraulik, 2009 Lang, C., Jirka, G., 2009, Einführung in die Gerinnehydraulik, Universitätsverlag Karlsruhe Naudascher, E., 1992, Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, Springer Verlag Berlin						

Versuchswesen und Strömungsmesstechnik

Modulcode	PB641
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Frank Seidel
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechancis & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus: Teilleistung „Strömungsmesstechnik“ (3 LP): Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilleistung „Wasserbauliches Versuchswesen II“ (3 LP): Prüfungsleistung anderer Art (Hausarbeit, ca. 10 Seiten), gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Experiments in Fluid Mechanics (CC471)“ Vorkenntnisse im wasserbaulichen Versuchswesen
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Funktionsprinzipien unterschiedlicher Strömungsmessverfahren beschreiben und mit den Grundlagen der heutigen Strömungsmesstechnik in Verbindung setzen. Sie besitzen grundlegende Kompetenzen über den Aufbau von Messverfahren und können für Anwendungsfälle deren Eignung analysieren und Anwendungsgrenzen benennen. Die Studierenden sind mit den fortgeschrittenen Grundlagen des Wasserbaulichen Versuchswesens vertraut. Sie können ähnlichkeitsmechanische Anforderungen benennen und den hydromechanischen Grundlagen zuordnen. Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsfälle im Bereich der Mehrphasenhydraulik zu analysieren und geeignete Modellkonzepte für die Beantwortung dieser Fragestellungen auszuwählen. Sie können ihre eigenen Überlegungen strukturiert vortragen und die Thematik mit Fachleuten diskutieren.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Strömungsmesstechnik	V/Ü	1/1	W		B. Ruck
	Wasserbauliches Versuchswesen II	V/Ü	1/1	W		F. Nestmann, F. Seidel	
Inhalt	<p>In diesem Modul werden folgende Themen vertieft:</p> <p>Strömungsmesstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundgleichungen der Strömungsmechanik - Relevante Messgrößen - Drucksonden - Mechanische Messverfahren - Elektrische Messverfahren - Akustische Messverfahren - Optische Messverfahren <p>Wasserbauliches Versuchswesen II:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelle mit beweglicher Sohle - Versuche und Experimente zu Problemen aus der Mehrphasenströmung (Wasser-Luft, Wasser-Feststoff) - Anwendungsbeispiele und Anwendungsgrenzen 						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Vor-/Nachbereitung: 60 h</p> <p>Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien							

Hydraulic Structures

Modulcode	PB631
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Franz Nestmann
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“
Sprache	Groundwater Flow around Structures: Englisch Wechselwirkung Strömung – Wasserbauwerke: Deutsch
Moduldauer	2 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus: Teilleistung „Groundwater Flow around Structures“ (3 LP): Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilleistung „Wechselwirkung Strömung – Wasserbauwerke“ (3 LP): Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, stationäre und instationäre Strömungskräfte auf wasserbauliche Bauwerke zu analysieren und zu berechnen. Sie können im Untergrund ablaufende Strömungsvorgänge beschreiben und anhand der gängigen Bemessungsregeln Strömungsparameter ableiten.</p> <p>Auf Basis des erworbenen Wissens können sie Konzepte zur Vermeidung von grundwasserbedingten Bauwerksschäden kritisch analysieren.</p> <p>Die Studierenden charakterisieren und kategorisieren strömungsbedingte Bauwerksschwingungen. Sie können ihr erworbenes Wissen auf Anwendungsbeispiele anwenden.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Groundwater Flow around Structures	V/Ü	1/1		S	F. Nestmann
	Wechselwirkung Strömung - Wasserbauwerke	V/Ü	1/1	W		C. Lang
Inhalt	<p>In diesem Modul werden folgende Themen vertieft:</p> <p>Groundwater Flow around Structures:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potentialtheorie, Strömung im Untergrund - Sickerlinien, Sickerpfade - Hydraulischer Grundbruch - Bauwerksseitige Anpassungen - Dichtungssysteme <p>Wechselwirkung Strömung- Wasserbauwerke:</p> <p>Es werden die Besonderheiten von Verschlussorganen (Wehre, Schütze, Schleusentore) im Stahlwasserbau vorgestellt, auf deren konstruktive Gestaltung sowie die Berechnung der Belastungen eingegangen.</p> <p>Behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung hydrostatischer und hydrodynamischer Strömungskräfte - Grundlagen der Bemessung - Übersicht Verschlussorgane: Schleusentore, Wehrverschlüsse, Tiefschütze - Strömungsbedingte Bauwerksschwingungen - Kavitation - Dichtungen - Korrosionsschutz 					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Erbisti, P.C.F., 2004, Design of Hydraulic Gates, Balkema Pub. , Tokyo</p> <p>Naudascher; E, 1991, Hydrodynamic Forces, Balkema Pub., Rotterdam</p> <p>Skript: C. Lang, Interaktion Strömung - Wasserbauwerk</p>					

Numerische Strömungsmodellierung im Wasserbau

Modulcode	PB651
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Peter Oberle
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profulfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundlegende Kenntnisse zu Hydrologie, Wasserbau und Wasserwirtschaft sowie Gerinnehydraulik
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegend mit Geografischen Informationssystemen als Werkzeug des Prä- und Postprozessings zur Simulation von Fließgewässerströmungen umgehen. Sie können die Grundlagen der eingesetzten Verfahren und deren Methodik wiedergeben. Die Studierenden sind in der Lage die Einsatzbereiche verschiedener hydrodynamisch-numerischer Verfahren zu beurteilen. Sie besitzen die Kompetenzen Fallbeispiele hinsichtlich der Anwendbarkeit der verschiedenen Verfahren zu analysieren und Lösungsmöglichkeiten abzuleiten.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Numerische Strömungsmodellierung im Wasserbau		V/Ü	2/2	W	
Inhalt	Der Kurs erläutert physikalische und numerische Grundlagen sowie Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele verschiedener hydrodynamisch- numerischer (HN-) Verfahren. Des Weiteren werden Geografische Informationssysteme (GIS) als Werkzeug des Prä- und Postprozessings sowie deren Kopplung mit HN-Verfahren vorgestellt. Weitere behandelte Aspekte sind die Kopplung von Elementen der Automatisierungstechnik mit HN-Verfahren sowie der Einsatz morphodynamischer Verfahren.						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Vorlesungsbegleitende Unterlagen						

Energiewasserbau/Hydro Power Engineering

Modulcode	PB653
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Peter Oberle
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Kurssprache: Deutsch, Folien: Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Wasserbau und Wasserwirtschaft
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können die Funktionsweisen verschiedener Turbinentypen beschreiben und Auswahlkriterien für deren Einsatzbereiche definieren. Sie sind in der Lage, die grundsätzliche Herangehensweise bei der Planung und Bemessung von Wasserkraftanlagen zu reproduzieren und eigene Berechnungen zur Turbinenvorauswahl durchzuführen. Die hierfür notwendigen Hilfsmittel können sie methodisch angemessen auswählen und anwenden.</p> <p>Die Studierenden können die aktuellen politischen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Energiewende mit den Mitstudierenden kritisch diskutieren und ihre persönliche Meinung zu diesem Thema mit Fachargumenten unterstützen.</p>

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Energiewasserbau/Hydro Power Engineering		V/Ü	3/1		S
Inhalt	<p>Der Kurs erläutert die technischen Grundlagen zur Planung und Bemessung von Wasserkraftanlagen. Behandelt werden u.a. die konstruktiven Merkmale von Flusskraftwerken und Hochdruckanlagen, die Funktionsweisen und Auswahlkriterien verschiedener Turbinentypen sowie die elektrotechnischen Aspekte des Anlagenbetriebs. Zudem werden ökologische Aspekte und die energiepolitischen Randbedingungen der Wasserkraft beleuchtet. Die Vorlesungseinheiten werden durch aktuelle Projektstudien und Exkursionen ergänzt.</p>						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Vorlesungsbegleitende Unterlagen Giesecke J., Mosonyi E., 2005, Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, Springer Verlag, Berlin</p>						

Verkehrswasserbau/Waterway Engineering

Modulcode	PB655
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Kron
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Kurssprache: Deutsch, Folien und Materialien: Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Studienarbeit (ca. 15 Seiten)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Kenntnis über die unterschiedlichen Arten von Verkehrswasserstrassen mit den dazugehörigen Regelungsbauwerken sowie den Wasserbauwerken zur Überwindung von Höhenstufen. Sie können die hydraulischen Grundlagen zur Bemessung der Bauwerke und der Interaktion Schiff-Wasserstraße beschreiben und anwenden. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die im Zusammenhang mit dem Verkehrswasserbau anfallenden Aufgaben und Zuständigkeiten der organisatorischen Struktur der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung in Deutschland zuzuordnen.

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Verkehrswasserbau/Waterway Engineering				V/Ü	2/2	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Binnenwasserstraßen - Arten von Schleusen und Hebewerken und deren einzelne Bauteile - Hydraulische Grundlagen zur Bemessung von Schleusen und Hebewerken - Sohl- und Böschungssicherungen - Wechselwirkung Schiff-Wasserstraße 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Studienarbeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h						
Literatur/ Lernmaterialien							

Fließgewässerdynamik und Feststofftransport/ Flow and Sediment Dynamics in Rivers

Modulcode	PB633
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Frank Seidel
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profulfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Flow Behavior of Rivers: Englisch Morphodynamik/Morphodynamics: Deutsch und Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Studienarbeit im Kurs Strömungsverhalten (ca. 15 Seiten)
Prüfung Besonderheiten	keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die grundlegenden Zusammenhänge und Interaktionen zwischen Topographie, Strömung und Morphodynamik in natürlichen Fließgewässern nennen und erläutern. Sie können die dazugehörigen Bemessungsansätze beschreiben und anwenden. Sie sind in der Lage, die ingenieurtechnischen Bemessungsansätze zu analysieren und mit den hydromechanischen Grundlagen in Verbindung zu setzen. Sie setzen sich selbstständig mit dem Stand der Technik auseinander und können adäquate Methoden für die Bearbeitung von ingenieurtechnischen Frage- und Problemstellungen auswählen. Sie vertreten ihre Erkenntnisse gegenüber Fachleuten und argumentieren fachbezogen.

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Flow Behavior of Rivers		V/Ü	1/1		S	F. Seidel, S. Wunder
	Morphodynamik/ Morphodynamics		V/Ü	1/1		S	F. Nestmann
Inhalt	<p>In diesem Modul werden folgende Themen vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geomorphologischer Zyklus - Raum-Zeit Ansätze in der Morphologie - Anthropogene Einflüsse auf die Fließgewässerdynamik - Vegetationshydraulik - Interaktionsansätze - Geschiebe- und Feststoffmanagement in Fließgewässern - Praxisbeispiele 						
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Studienarbeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 45 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 45 h</p>						
Literatur/ Lernmaterialien							

Projektstudium: Wasserwirtschaftliche Planungen

Modulcode	PB661
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Frank Seidel
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profilmfach „Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Projektarbeit bestehend aus einer schriftlichen Ausarbeitung (ca. 15 Seiten) mit Vortrag (ca. 15 min).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Fließgewässerdynamik und Feststofftransport/Flow and Sediment Dynamics in Rivers (PB633)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die grundlegenden Schritte im Zusammenhang mit einem Renaturierungsprojekt selbständig durchlaufen. Sie können die ingenieurstechnischen Probleme identifizieren und die dazugehörigen Bemessungsansätze anwenden. Die Studierenden können selbstorganisiert und reflexiv arbeiten. Sie sind in der Lage Wissen logisch zu strukturieren und zu vernetzen und sie verfügen über organisatorische Kompetenzen in den Bereichen Teamarbeit und Präsentation

2.5 Module Profil B - Fluid Mechanics & Hydraulic Engineering

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Projektstudium: Wasserwirtschaftliche Planungen		V/Ü	2/2	W		
Inhalt	In diesem Modul werden folgende Themen vertieft: <ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Planungsmethodik bei wasserwirtschaftlichen Projekten - Abrechnung von Ingenieursleistungen nach der HOAI - Kosten-Nutzen-Rechnung - Durchgängigkeit von Fließgewässern - Gewässerentwicklungsplanung - Vegetationskartierung - Erfolgskontrolle 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Prüfung (Projektarbeit): 120 h						
Literatur/ Lernmaterialien							

2.6 Module Profil C - Environmental System Dynamics & Management

Thermodynamics of Environmental Systems

Modulcode	PC741
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Uwe Ehret
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Geoökologie</i>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3, bestehend aus veranstaltungsbegleitenden Hausaufgaben (jeweils Programmieraufgaben und Kurzberichte im Umfang von ca. 2 Seiten) und einer abschließenden aufgabengeleiteten Hausarbeit (ca. 10 Seiten).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art, und ergibt sich aus den erreichten Punkten der Hausarbeiten.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab. Ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Einführung in Matlab (CC772)“ teilzunehmen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können Umweltsysteme als hierarchisch gegliederte Teile des Erdsystems beschreiben und sind in der Lage, die Grenzen, Zustandsgrößen und Prozesse des Wasser- und Energietransports ausgewählter Umweltsysteme zu benennen.</p> <p>Die Studierenden kennen die Hauptsätze der Thermodynamik und können erklären, warum und wie diese eine wesentliche Grundlage zur Beschreibung aller Umweltsystemprozesse bilden.</p> <p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Mechanismen der Selbstorganisation und können auf dieser Basis erklären, wie Umweltsysteme sich durch Strukturaufbau vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernen können.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, einfache Umweltsysteme rechnergestützt mit numerischen Verfahren aufzubauen und damit die Dynamik ausgewählter Prozesse des Wasser- und Energietransports zu simulieren.</p> <p>Die Studierenden können Aufgabenstellungen in der Gruppe bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Thermodynamics of Environmental Systems	V/Ü	2/2	W	U. Ehret
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Umweltsystemtheorie und –modellierung (Systemgrenzen, Systemzustände, deterministische, komplexe und chaotische Systeme) - Energie und Entropie - Arbeit und Leistung, Dissipation und thermodynamisches Gleichgewicht - Die vier Hauptsätze der Thermodynamik - Carnot Limit - Grundlagen der Selbstorganisation (positive und negative Feedbacks, Ordnungsparameter) - Entropie in der Thermodynamik und Informationstheorie: Gemeinsamkeiten und Unterschiede - Rechnergestützter Aufbau von Modellen für die Simulation der Dynamik einfacher Umweltsysteme bzgl. Wasser und Energie auf Basis einfacher numerischer Verfahren <p>Die veranstaltungsbegleitenden Hausaufgaben werden in Gruppen erarbeitet und präsentiert.</p>				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 20 h Kursbegleitende Hausarbeiten: 60 h Abschließende Hausarbeit: 40 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Prigogine, I. (1989): What is entropy? Naturwissenschaften, 76, 1-8, 10.1007/bf00368303.</p> <p>Kleidon, A. (2010): Life, hierarchy, and the thermodynamic machinery of planet Earth, Physics of Life Reviews, 7, 424-460.</p>				

Management of Water Resources and River Basins

Modulcode	PC721
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Uwe Ehret
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	<p>Master <i>Water Science & Engineering</i>, Wahlpflichtmodul im Profildfach „Environmental System Dynamics & Management“</p> <p>Master <i>Bauingenieurwesen</i>, Wahlpflichtfach im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“</p> <p>Master <i>Geoökologie</i></p>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3, bestehend aus veranstaltungsbegleitenden Hausaufgaben (jeweils Kurzberichte im Umfang von ca. 2 Seiten) und einer abschließenden aufgabengeleiteten Hausarbeit (Anwendung eines hydrologischen Modells auf Basis eines vorgegebenen Datensatzes und schriftliche Darstellung der Ergebnisse im Umfang von ca. 15 Seiten).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art, und ergibt sich aus den erreichten Punkten der Hausarbeiten.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in Hydrologie und Ingenieurhydrologie
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können wasserwirtschaftliche Problemstellungen in ihre Komponenten untergliedern und im Sinne des Integrierten Flussgebietsmanagements Lösungsansätze formulieren.</p> <p>Die Studierenden sind mit den Prinzipien, Methoden und Limitationen der Umweltsystemmodellierung vertraut und können Wasserhaushaltsmodelle für konkrete Aufgabenstellungen aufbauen und anwenden. Sie können deren Ergebnisse interpretieren und bezüglich ihrer Unsicherheiten bewerten.</p> <p>Die Studierenden können Aufgabenstellungen in der Gruppe bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
		Management of Water Resources and River Basins	V/Ü	2/2	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Definition, Inhalte und Beispiele des Integrierten Flussgebietsmanagements - Verfahren zur Multi-Kriterien Entscheidungsfindung (Utility Matrix) - Hydrologische Modellierung: Umweltsystemtheorie, Kalibrierung und Validierung, Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse - Verfahren zur hydrologischen Bemessung - Rechnergestützte Anwendung hydrologischer Modelle (HBV, Larsim): Manuelle und automatisierte Kalibrierung, Monte-Carlo Simulationen zur Abschätzung von Unsicherheiten, Erstellen von Bemessungshochwasserganglinien <p>Die Studienleistungen werden in Gruppen erarbeitet und präsentiert.</p>				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 20 h Kursbegleitende Hausarbeiten: 60 h Abschließende Hausarbeit: 40 h				
Literatur/ Lernmaterialien					

Transport and Transformation of Contaminants in Hydrological Systems

Modulcode	PC725
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Erwin Zehe
Level	4
Leistungspunkte	9
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profulfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Geoökologie</i>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Aufgabengeleitete Hausarbeit im Umfang von ca. 10 Seiten und Laborbericht
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Water and Energy Cycles (AF701)“ Modul „Experimental Hydrology (PC731)“ Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab. Ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Einführung in Matlab (CC772)“ teilzunehmen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Transport- und Abbauprozesse von Nähr- und Schadstoffen im Oberflächenabfluss und in der ungesättigten Zone in ländlichen Einzugsgebieten erklären. Durch die selbständige Anwendung von analytischen und prozess-basierten Modellen sind sie in der Lage, Modellparameter aus Feldversuchen abzuschätzen, die Wasser- und Stoff-Flüsse in der kritischen Zone zu bilanzieren und Aussagen zu Risiken der Schadstoffverlagerung in natürlichen Böden zu treffen. Die Studierenden können die Grenzen der Anwendbarkeit dieser Modellansätze in natürlichen, heterogen strukturierten Böden beurteilen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Transport and Transformation of Contaminants in Hydrological Systems	V/Ü	2/3	S	E. Zehe, J. Wienhöfer
Inhalt	<p>Transportprozesse in der ungesättigten Zone im Zusammenhang mit Infiltration, Oberflächenabfluss, Bodenwasserbewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Advektiv-dispersiver Transport in homogenen und heterogenen Böden - Partikulärer Transport durch Erosion - Adsorption - Reaktions- und Abbauprozesse von Stoffen im Boden (Stoffumwandlung, mikrobiologischer Abbau) - Modellierung des Transportverhaltens von Schadstoffen im Boden (z.B. Pestizide) mit analytischen Modellen: - Risikoanalyse für Pestizide im Boden (Transport, Aufenthaltszeiten, Adsorption, Abbau) - Schätzung von Modellparametern aus Feldversuchen - Parametrisierung von Adsorptionsisothermen - Durchbruchkurven <p>Anwendung eines prozessbasierten Modells zur Simulation von Wasser- und Stofftransport</p> <p>Eigenständige Durchführung eines Risiko-Assessments für Pflanzenschutzmittel mittels einfacher Simulationsverfahren</p> <p>Laborübung: Aufbau einer ungestörten und einer gestörten Bodensäule und Durchführung von Transportexperimenten</p> <p>Erstellung eines schriftlichen Berichts dazu</p>				
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 75 h</p> <p>Vor-/Nachbereitung: 45 h</p> <p>Hausarbeit: 90 h</p> <p>Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Jury, W. and Horton, R. (2004): Soil physics. John Wiley</p> <p>Hillel, D. (1995): Environmental Soil Physics. Academic Press</p> <p>Fritsche, W. (1998) Umweltmikrobiologie, Grundlagen und Anwendungen. Gustav Fischer Verlag, 248pp.</p>				

Experimental Hydrology

Modulcode	PC731
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Jan Wienhöfer
Level	4
Leistungspunkte	9
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profildfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Geoökologie</i>
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt für jede der beiden Teilleistungen „Experimental Hydrology and Process Monitoring in Environmental Systems“ (6 LP) und „Isotope Hydrology“ (3 LP) in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Jeweils ein Bericht (ca. 10 - 15 Seiten) und Präsentation (ca. 15 min) der Ergebnisse der Labor- und Geländeübungen
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen „Experimental Hydrology and Process Monitoring“ und „Isotope Hydrology“
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in Hydrologie
Bedingungen	Keine
Beschränkungen	Die Lehrveranstaltungen in diesem Modul haben eine Mindestzahl von 6 und eine Höchstzahl von 30 Teilnehmenden. Bitte melden Sie sich über das Studierendenportal an. Nur wenn dies nicht möglich sein sollte, bitte per E-Mail an den Modulverantwortlichen. Die Plätze werden unter Berücksichtigung des Fachsemesters vorrangig vergeben an Studierende aus <i>Water Science and Engineering</i> , dann <i>Geoökologie</i> , dann sonstige TeilnehmerInnen .
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Prozesse des terrestrischen Wasserkreislaufs aufzählen und deren Einfluss auf die Landschaftsbildung in Einzugsgebieten erklären. Sie sind in der Lage, Messprinzipien und Messinstrumente zur Beobachtung von Einzugsgebietseigenschaften und -zuständen sowie Wasserflüssen auf verschiedenen Skalen (Bodensäule, Plotskale, Hangskale, Einzugsgebiet) zu beschreiben und diese selbständig in Feld und Labor anzuwenden. Die Studierenden können Messdaten mit statistischen Verfahren auswerten und die mit den Messdaten verbundenen Unsicherheiten quantifizieren und beurteilen. Sie können Aufgabenstellungen in der Gruppe bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Experimental Hydrology and Process Monitoring in Environmental Systems	V/Ü/P	4		S	J. Wienhöfer, U. Ehret
	Isotope Hydrology	V/Ü	2		S	J. Klaus
Inhalt	<p>Experimental Hydrology and Process Monitoring in Environmental Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Umweltsystemtheorie und des Umweltmesswesens (Skalen, Messunsicherheiten) - Literaturstudie und –diskussion zu Umweltmessungen - Hydrologische Messgeräte und Messverfahren für Feld und Labor: Abfluss, Bodenfeuchte, Infiltration, Matrixpotential, Grundwasserstand - Statistische Auswertung von Daten und Fehlerrechnung <p>Isotope Hydrology:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Isotopenhydrologie von ^2H und ^{18}O im Wasserkreislauf - Anwendungsbeispiele und Literaturstudie von stabilen Wasserisotopen zur Identifizierung hydrologischer Prozesse und in der Ökohydrologie. - Beispiele weiterer Isotope für hydrologische Prozessstudien: ^3H, ^{17}O, ^{15}N - Analyse und Auswertung von Isotopendaten <p>Beide Lehrveranstaltungen: Mehrtägige Labor- und Geländeübung mit selbständiger Durchführung hydrologischer Messungen, Infiltrations- und Tracerversuchen. Statistische Auswertung der Messdaten. Dokumentation der Ergebnisse in einem Bericht; Präsentation und kritische Diskussion im Rahmen eines Kolloquiums. Die Übung findet als Gruppenarbeit statt.</p>					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit (Vorlesung, Labor- und Geländeübung): 100 h Vor-/Nachbereitung: 80 h Bericht + Kolloquium: 90 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Skript zur Geländeübung					

River Basin Modeling

Modulcode	PC341
Modul-Verantwortliche/r	Dr.-Ing. Stephan Fuchs
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Fach „Environmental System Dynamics & Management“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Sommersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Projektarbeit bestehend aus einer schriftlichen Ausarbeitung (ca. 10 Seiten) und einer Präsentation (ca. 15 min)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Modul „Urban Water Infrastructure and Management (AF301)“ Modul „Water Ecology (CC371)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Zusammenhänge wassergetriebener Stoffkreisläufe in Flussgebieten und des Stoffhaushalts von Gewässern erläutern. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen von anthropogenen Aktivitäten auf den Zustand und die Güte der Gewässer zu analysieren. Ihre Kenntnisse der Transportpfade von Stoffen sowie der biochemischen und physikalischen Phänomene im Gewässer wenden sie an, um daraus mathematische Modellansätze zu formulieren.</p> <p>Mit Hilfe von Simulationsmodellen sind sie in der Lage, Stoffemissionen zu quantifizieren, Auswirkungen äußerer Einflüsse auf die gewässerrelevanten Güteprozesse vorherzusagen und Szenarioanalysen durchzuführen. Die Studierenden sind fähig, die Modellergebnisse auszuwerten und hinsichtlich ihres Unsicherheitsbereichs zu bewerten.</p>

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Mass Fluxes in River Basins	V	2		S	S. Fuchs
Modeling Mass Fluxes in River Basins	V/Ü	2	W			
Inhalt	<p>Mass Fluxes in River Basins: In dieser Lehrveranstaltung werden vertiefte Grundlagen von Stoffströmen (N, P, Schadstoffe) und Transportpfaden in Flussgebieten sowie deren quantitative Beschreibung in Modellansätzen vermittelt.</p> <p>Modeling Mass Fluxes in River Basins: Die Studierenden erhalten eine Einzelplatz-Version des Simulationswerkzeugs MoRE (Modeling of Regionalized Emissions). Sie bearbeiten in Kleingruppen eine Projektaufgabe und werten die Ergebnisse aus.</p>					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung (Projektarbeit, Präsentation): 60 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Kummert, R. (1989): Gewässer als Ökosysteme: Grundlagen des Gewässerschutzes, 2. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart Stumm, W.; Morgan, J.J. (1996): Aquatic Chemistry – Chemical equilibria and rates in natural waters, Wiley Interscience, NY					

Gewässerlandschaften/Aquatic Ecosystems

Modulcode	PC761
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Charlotte Kämpf
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> Master <i>Geoökologie</i>
Sprache	Deutsch (Materialien z. T. in Englisch)
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3), bestehend aus einem Vortrag (ca. 15 – 20 min), einem Manuskript (ca. 4000 Worte) und einem Poster (DIN A1) zu einem selbst gewählten Thema Studienleistung als Prüfungsvorleistung: Literaturannotation (ca. 150 Worte), Impulsreferat (ca. 10 min)
Prüfung Besonderheiten	Die Prüfungsvorleistungen und die Erfolgskontrolle, die in Form einer Prüfungsleistung anderer Art erfolgt, können auf Deutsch oder Englisch eingereicht werden.
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, interdisziplinäre Texte zum Thema Gewässerlandschaften nach ihrer Relevanz einzuordnen und hierzu weiterführende Fragen zu stellen. Die Studierenden können gezielt und selbständig Recherchen zur Beantwortung einer wissenschaftlichen Frage durchführen. Studierende können die Texte in den Kontext gewässer-ökologischer Grundprinzipien und aktueller Problemstellungen zur Ressource Wasser stellen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Gewässerlandschaften/ Aquatic Ecosystems	V/S/E	4	W		Ch. Kämpf
Inhalt	<p>Gewässerlandschaften (Typologie): Fließgewässer, stehende Gewässer und Feuchtgebiete (Flussauen, Moore) als Lebensräume (Charakterisierung anhand des Zusammenwirkens abiotischer und biotischer Elemente).</p> <p>Funktion und Nutzung von Gewässerlandschaften: Natur-, Arten-, Biotopschutz, kulturlandschaftliche Anforderungen.</p> <p>Anthropogene Eingriffe und ihre Wirkung: Veränderung/Dynamik des Stoffhaushaltes, der Struktur, der Lebensräume</p> <p>Grundlegende Konzepte zur Analyse, Bewertung und Renaturierung von Gewässerlandschaften: Ökosystem, Biodiversität, Leitbild, ecosystem services, river continuum concept „mehr Raum für Flüsse“</p> <p>Bewertung von Gewässerlandschaften: (a) biologisch-chemisch—Trophiegrad, Saprobiensystem, Biomonitoring, Bioindikatoren, Dosis-Wirkungsbeziehungen, Wertefunktionen. Biodiversität. (b) gewässermorphologisch, Grundlage: EU-Wasserrahmenrichtlinie</p> <p>Gewässerlandschaften in der wasserwirtschaftlichen und naturschutz-fachlichen Planung und Praxis: Hochwasserschutz und Renaturierung nach den Prinzipien und Zielen einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Gewässern und Gewässerlandschaften.</p>					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 40 h (Vorlesung, Seminar und Exkursion) Vor-/Nachbereitung: 20 h Studienleistung/Prüfungsvorleistung: 45 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 75 h					
Literatur/ Lernmaterialien						

Protection and Use of Riverine Systems

Modulcode	PC762
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Charlotte Kämpf
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Environmental System Dynamics & Management“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art (gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3), bestehend aus einem Vortrag (ca. 15 - 20 min) und einem Manuskript (ca. 2500 Worte) zu einem selbst gewählten Thema. Studienleistung als Prüfungsvorleistung: Literaturannotation (ca. 150 Worte), Impulsreferat (ca. 10 min) und Exkursionsbericht (ca. 2 Seiten)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, interdisziplinäre Texte zum Thema Flussgebiete nach ihrer Relevanz einzuordnen und hierzu weiterführende Fragen zu stellen. Die Studierenden können gezielt und selbständig Recherchen zur Beantwortung einer wissenschaftlichen Frage durchführen. Studierende können die Texte in den Kontext integrierter Managementstrategien und aktueller Problemstellungen zur Ressource Wasser stellen, um regionale Gegebenheiten bei der Lösung zu berücksichtigen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Protection and Use of Riverine Systems	S/E	3		S	F. Nestmann, S. Fuchs, Ch. Kämpf
Inhalt	<p>Belange der Wasserwirtschaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Angepasste Technologien (small hydropower systems) - Wasserverteilungsnetze - Planung zum integrierten Wassermanagement - Berücksichtigung geographischer, gesellschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen <p>Wasserqualität von Oberflächengewässern:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nährstoffbelastung, Xenobiotika durch Industrie und Landwirtschaft; Abwasserreinigung, Grenzwerte, Wasserschutzgebiete <p>Internationaler Naturschutz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EU-Richtlinien: WRRL, FFH Richtlinie, Natura 2000 - Artenschutzstrategien - Renaturierungskonzepte 					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 40 h (Seminar und Exkursionen) Vor-/Nachbereitung: 40h Studienleistung/Prüfungsvorleistung 40 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien						

Groundwater Management

Modulcode	PC561
Modul-Verantwortliche/r	PD Dr. Ulf Mohrlök
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profillfach „Environmental System Dynamics & Management“
Sprache	Englisch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Sommersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus: Teilleistung „Groundwater Hydraulics“ (3 LP): Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilleistung „Numerical Groundwater Modeling“ (3 LP): Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Projektbericht (10 - 15 Seiten) mit Präsentation (10 - 15 min)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundlegende Kenntnisse zu Strömungsmechanik, Hydrologie, Stofftransport und numerischen Methoden
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Basierend auf dem Verständnis der hydrogeologischen Gegebenheiten und der strömungsmechanischen Prozesse im Untergrund können die Studierenden verschiedene Arten von Grundwassersystemen hydraulisch charakterisieren. Sie können für unterschiedliche Fragestellungen zur Grundwassermenge und -qualität die relevanten Strömungs- und Transportvorgänge mit einfachen analytischen und numerischen Verfahren quantifizieren. Damit sind Sie in der Lage, die für das Management von Grundwasserressourcen wesentlichen Zusammenhänge zu erfassen und zu bewerten.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Groundwater Hydraulics		V/Ü	2		S	U. Mohrlök
	Numerical Groundwater Modeling		Ü	2	W		U. Mohrlök
Inhalt	<p>Groundwater Hydraulics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strömungsmechanische Prozesse in porösen Medien - Grundwasserströmungen: regional, Potenzialströmungen, Brunnenströmungen - Prozesse der Grundwasserneubildung - Stofftransportvorgänge - Grundwassermanagement: Brunneneinzugsgebiete, Schutzzonen, Grundwasserverunreinigung, Salzwasserintrusion <p>Numerical Groundwater Modeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Numerische Methoden - Raum- und Zeitdiskretisierung - Genauigkeit, Stabilität - Bearbeitung einer Projektaufgabe 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Prüfungsvorleistungen, Studien-/Hausarbeiten, Präsentationen: 45 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h						
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Bear, J. (1979). Hydraulics of Groundwater. McGraw Hill.</p> <p>Chiang, W.-H., Kinzelbach, W. & R. Rausch (1998). Aquifer simulation model for Windows - Groundwater flow and transport modeling, an integrated program. Berlin, D.:Gebrüder Borntraeger.</p> <p>Fetter, C.W. (1999). Contaminant Hydrogeology, 2/e. Upper Saddle River, NJ, U.S.A.: Prentice Hall.</p> <p>Schwartz, F. and H. Zhang (2003). Fundamentals of Ground Water. New York, NY, U.S.A.: John Wiley & Sons.</p>						

Hydrogeologie – Gelände- und Labormethoden

Modulcode	PC821
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Nadine Göppert
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profulfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Angewandte Geowissenschaften</i>
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Diese setzt sich zusammen aus einer Präsentation während des „Vorbereitenden Seminars“ (3 LP) und einer schriftlichen Ausarbeitung über die Ergebnisse der „Gelände- und Laborübungen“ (3 LP).
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Es wird dringend empfohlen, das Modul „Hydrogeology (AF801)“ zu belegen.
Bedingungen	Keine
Beschränkungen	Für die Lehrveranstaltungen im Modul gilt eine Platzbeschränkung. Das Anmeldeverfahren erfolgt über ILIAS.
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden können Grundwasserbeprobungen durchführen und Vor-Ort-Parameter bestimmen. - Die Studierenden können eine hydrochemische Vollanalyse durchführen. - Die Studierenden sind in der Lage, Markierungsversuche und Pumpversuche zu planen und durchzuführen. - Sie können mit gängiger Software zur Modellierung von Tracerdurchgangskurven und Pumpversuchen umgehen.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Vorbereitendes Seminar		S	1		S	N. Göppert, T. Liesch, J. Klinger
	Gelände- und Laborübungen		Ü	2		S	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Planung und Durchführung von Grundwassermarkierungsversuchen - Probennahme von Wasserproben - Messung der Vor-Ort-Parameter - Installation von Online-Messgeräten - Schüttungsmessungen - Durchführung und Auswertung eines Pumpversuchs - Durchführung und Auswertung hydraulischer Tests - Analytik von künstlichen Tracern - Analytik von natürlichen Wasserinhaltsstoffen - Grundlagen der Modellierung von Tracerdurchgangskurven 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung: 65 h Schriftliche Ausarbeitung und Präsentation: 70 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Käss W (1998) Tracing Technique in Geohydrology, Balkema, Rotterdam. Langguth, H.R., Voigt, R. (2004): Hydrogeologische Methoden. Springer, 1005 S. Skript Grundwasserhydraulik: http://grundwasser.net/						

Hydrogeologie - Grundwassermodellierung

Modulcode	PC831
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Tanja Liesch
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profildfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Angewandte Geowissenschaften</i>
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2. Diese setzt sich zusammen aus der selbständigen Bearbeitung einer Aufgabenstellung zum Thema Grundwassermodellierung inklusive schriftlicher Ausarbeitung und einer anschließenden Präsentation der Ergebnisse.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der der Prüfungsleistung anderer Art.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Es wird dringend empfohlen, das Modul „Hydrogeology (AF801)“ zu belegen.
Bedingungen	Keine
Beschränkungen	Für die Lehrveranstaltungen im Modul gilt eine Platzbeschränkung. Das Anmeldeverfahren erfolgt über ILIAS.
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden sind in der Lage, ein hydrogeologisches Konzeptmodell zu entwickeln und dieses in ein numerisches Grundwassermodell umzusetzen. - Die Studierenden können Grundwasserströmung, Stoff- und Wärmetransport quantitativ beschreiben. - Sie können mit gängiger Software zur Grundwassermodellierung (MODFLOW, FEFLOW) umgehen. - Sie können entwickelte Modellvorstellungen kalibrieren und validieren. - Sie sind in der Lage, einfach Anwendungsfälle mit numerischen Grundwassermodellen selbständig zu lösen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Hydrogeologie - Grundwassermodellierung	V/Ü	2/2	W	T. Liesch
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung von konzeptionellen hydrogeologischen Modellen - Grundlagen der Strömungsmodellierung: Strömungsgleichung - Aufbau eines numerischen Modells - Inverse Modellierung und Kalibrierung - Grundlagen der Transportmodellierung: Transportmechanismen, Lösung der Transportgleichung (Stofftransport und Wärmetransport) - Übungsaufgaben mit PMWIN - Übungsaufgaben zum Stofftransport mit PMWIN - Übungsaufgaben zur thermischen Grundwassernutzung - Kalibrierung und Anwendung von Transportmodellen - Anwendung finiter Elemente Modelle (FEFLOW) 				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Schriftliche Hausarbeit und Präsentation: 60 h				
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Bear, J. & Cheng, A. (2010): Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. - Springer Science & Business Media, 834 S.</p> <p>Hill, M. C. & Tiedeman C. R. (2007): Effective groundwater model calibration: with analysis of data, sensitivities, predictions, and uncertainty. - Hoboken, NJ : Wiley-Interscience - XVIII, 455 S.</p> <p>Kinzelbach, W., Rausch, R. (1995): Grundwassermodellierung - Eine Einführung mit Übungen. Gebrüder Borntraeger, Berlin Stuttgart.</p> <p>Kresic, N. (2006): Hydrogeology and Groundwater Modeling. CRC Press, 828 S.</p> <p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2010): Arbeitshilfe „Hinweise zur Erstellung und Beurteilung von Grundwassermodellen im Altlastenbereich“</p> <p>Rausch, R., Schäfer, W., Therrien, R., Wagner, Ch. (2005): Solute Transport Modeling – An Introduction to Models and Solution Strategies. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.</p>				

Karst und Isotope

Modulcode	PC841
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Goldscheider
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlpflichtmodul im Profildfach „Environmental System Dynamics & Management“ Master <i>Angewandte Geowissenschaften</i>
Sprache	Deutsch
Moduldauer	2 Semester, Beginn im Wintersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer schriftlichen Prüfung, Dauer: 120 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 1.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Es wird dringend empfohlen, das Modul „Hydrogeology (AF801)“ zu belegen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis der besonderen hydrogeologischen Eigenschaften von Karstsystemen - Beherrschung relevanter Untersuchungsmethoden der Karst-Hydrogeologie - Erkundung, Erschließung, Gefährdung und Schutz von Karst-Grundwasser-Ressourcen in Theorie und Praxis - Beherrschung der Grundlagen der Isotopenhydrologie, mit Anwendungen in der Grundwasserforschung.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Karsthydrogeologie		V/Ü	2	W		N. Goldscheider
	Exkursion zur Karsthydrogeologie		E	3 Tage		S	N. Goldscheider
	Isotopenmethoden in der Hydrogeologie		V/Ü	2 Tage		S	T. Himmelsbach
Inhalt	<p>Karsthydrogeologie: Geomorphologie und Hydrologie von Karstlandschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mineralogie, Stratigraphie und geologische Struktur von Karstsystemen - Kalk-Kohlensäuregleichgewicht, Verkarstung und Speläogenese - Grundwasserströmung in Karstaquiferen - Modellieransätze in der Karst-Hydrogeologie - Verletzlichkeit und Schadstofftransport im Karst - Brunnen und Trinkwasserfassungen in Karstaquiferen - Große Exkursion zur Karst-Hydrogeologie <p>Isotopenmethoden in der Hydrogeologie: Typen und Eigenschaften stabiler Isotopen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Isotopenhydrologie - Relevante Analysen und Auswertemethoden - Anwendungen in der Grundwasserforschung 						
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 70 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 50 h						
Literatur/ Lernmaterialien	Ford, D., Williams, P. (2007): Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, 576 S. Goldscheider, N., Drew, D. (2007): Methods in Karst Hydrogeology. Taylor & Francis, London, 264 S. Kresic N (2013) Water in Karst. Management, Vulnerability, and Restoration. McGraw-Hill, New York, 708 p White, W.B. (1988): Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. Oxford University Press, New York, NY, 464 S. Internet: www.iah.org/karst						

2.7 Weitere Supplementary Modules

Thermal Use of Groundwater

Modulcode	SM879
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Philipp Blum
Level	4
Leistungspunkte	3
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“
Sprache	Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2.
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Vorkenntnisse in der Programmierung mit Matlab. Ansonsten wird dringend empfohlen, am Kurs „Einführung in Matlab (CC772)“ teilzunehmen.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Students get familiar with the topic ‘Thermal Use of Groundwater’ and will be able to integrate their knowledge in particular in an urban water energy nexus. They get knowledge about the fundamentals of thermal transport in groundwater and their application to shallow geothermal systems such as ground source and groundwater heat pump systems. Hence, analytical and numerical simulations will be performed using Excel and Matlab scripted codes. They will be able to perform their own simulations and will be able to design shallow geothermal systems in context of the water energy nexus.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
		Thermal Use of Groundwater	V/Ü	2	W	
Inhalt	<p>The content of this module is mainly based on the textbook on 'Thermal Use of Shallow Groundwater' and is therefore structured as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentals (theory of heat transport in the subsurface) - Analytical solutions for closed and open systems - Numerical solutions for shallow geothermal systems - Long-term operability and sustainability - Field methods such as thermal tracer tests and thermal response tests (TRT) - Case studies and applications <p>Analytical simulations are performed using Excel and Matlab scripted codes. In addition, calibration and validation exercises are performed using existing field and monitoring data. Finally, the students are actively planning an own geothermal system from the application up to the long-term performance of such a system. Hence, a final planning report should be written.</p>					
Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 30 h Vor-/Nachbereitung: 30 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h</p>					
Literatur/ Lernmaterialien	<p>Stauffer, F., Bayer, P., Blum, P., Molina-Giraldo, N., Kinzelbach W. (2013): Thermal Use of Shallow Groundwater. 287 pages, CRC Press.</p> <p>Other documents such as recent publications are made available on ILIAS</p>					

Erdbau und Erddammbau

Modulcode	SM961
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Theodoros Triantafyllidis
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	2 Semester; Beginn im Wintersemester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Mündliche Prüfung, Dauer: 40 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Ausschluss der Module <i>bauIM5P2-ERDGB</i> und <i>bauIM5S04-GWDAMM</i> aus dem Masterstudiengang <i>Bauingenieurwesen</i>
Qualifikationsziele	Im Blick auf geotechnische Konstruktionen im Erd- und Dammbau sind die Studierenden im Stande, für durchschnittlich komplexe Anforderungen geeignete Methoden zur Erkundung, Modellbildung, Dimensionierung, Ausführung und Kontrolle ingenieurmäßig auszuwählen und anzuwenden. Sie können dieses Wissen anwenden, um alle bei Dämmen auftretenden geotechnisch relevanten Fragestellungen zu identifizieren und Entwurfs- und Bemessungsregeln in Grundzügen selbständig anwenden. Sie sind in der Lage, für dammbautypische Problemstellungen eigene Lösungsansätze zu entwickeln, Bauverfahren zu beurteilen und die geforderten geotechnischen Nachweise zu führen.

Lehrveranstaltungen	Titel		Art	SWS	Semester	Dozent/in
		Grundlagen des Erd- und Dammbaus	V/Ü	2	W	
	Erddammbau	V/Ü	2		S	A. Bieberstein
Inhalt	<p>Grundlagen des Erd- und Dammbaus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quer- und Längsprofil von Schüttdämmen - Gestaltungserfordernisse des Querschnitts - Dichtungen - Zusammenwirken Damm-Untergrund - Bauweisen zur Untergrundabriegelung - Dammbaustoffe mit Anforderungen und Eigenschaften - Herstellung von Dämmen - Sickerströmung und Sickeretze - Strömungsfälle mit bekannter und unbekannter Berandung - Erosion, Suffosion, Piping, Kolmation und Fugenerosion - Standsicherheit von Dämmen <p>Erddammbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydrologische und hydraulische Bemessung von Stauanlagen - Vorschriften für Stauanlagen und Deiche - Freibordbemessung - Standsicherheitskonzepte - Gleitsicherheitsnachweis bei Dämmen - Auftriebssicherheit - Spannungsverteilung in der Sohle - Spreizsicherheit - Setzungen - Hydraulische Sicherheit - Erosionskriterien, Nachweis der inneren Erosionsstabilität - Filter, Dräns, Untergrundabdichtung - Verformung von Dämmen, Rissicherheit, Erdbebenbemessung - Messungen an Dämmen - Eingebettete Bauwerke und Nebenbauwerke - Überströmbare Dämme und Deiche 					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung: 60 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h					
Literatur/ Lernmaterialien	Witt. K.J. (2008), Grundbau-Taschenbuch, Teil 1, Striegler (1998), Dammbau in Theorie und Praxis, Verlag für Bauwesen Berlin Kutzner (1996), Erd- und Steinschüttdämme für Stauanlagen, Enke Verlag Stuttgart					

Umweltgeotechnik

Modulcode	SM962
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Theodoros Triantafyllidis
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“ Master <i>Bauingenieurwesen</i> , Wahlpflichtfach im Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Teilprüfung „Übertagedeponien“ (3 LP), mündlich, 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilprüfung „Altlasten“ (3 LP), mündlich, 20 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der Deponierung von Abfallstoffen und der erlaubten Grenzwerte für Altlasten. Sie überblicken die geotechnischen Belange beim Bau von Deponien in Abhängigkeit der jeweiligen Deponieklasse, der Deponieelemente und ihrer Anforderungen und Nachweise. Sie sind in der Lage, chemische, mineralogische, biologische, hydraulische und geotechnische Aspekte bei der Altlastenbehandlung interdisziplinär zu vernetzen. Sie können zwischen den einschlägigen Sanierungsverfahren begründet auswählen und deren Anwendungsgrenzen und Risiken abschätzen.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester	Dozent/in
	Übertagedeponien	V/Ü	2	W	A. Bieberstein
	Altlasten - Untersuchung, Bewertung und Sanierung	V	2	W	A. Bieberstein, T. Neumann, H. Würdemann, U. Mohrlök, S. Norra, M. Reinhard, H. Dörr
Inhalt	<p>Übertagedeponien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abfall-Situation und Abfall-Katalog - Behördliche Vorgaben und rechtliche Grundlagen - Deponieplanung - Multibarrierensystem - Deponieelemente - Hydraulische Nachweise - Gastechische Ausrüstung von Deponien - Statische Nachweise - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit - Bauausführung - Besondere bautechnische Lösungen - Ertüchtigung von Deponien <p>Altlasten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Altlastenproblematik - Erkundung und Standortbewertung von Altlasten - Schadstoffe und Schadstoffverhalten in der Umwelt - Umweltchemische und mineralogische Aspekte bei der Schadstoffakkumulation im Boden - Natural Attenuation und aktive mikrobiologische Sanierungsverfahren - Reaktive Wände und elektrokinetische Sanierungsverfahren - Bodenwäsche, Verbrennung, Pyrolyse - Immobilisierung und Verfestigung, Geotechnische Aspekte bei der Einkapselung von Industriemülldeponien - Hydraulische und pneumatische Sanierungsverfahren - Fallbeispiele aus der Praxis, Exkursion 				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Exkursionen: 10 h Vor-/Nachbereitung: 50 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 60 h				
Literatur/ Lernmaterialien	DGGT, GDA-Empfehlungen – Geotechnik der Deponien und Altlasten, Ernst und Sohn, Berlin Drescher (1997), Deponiebau, Ernst und Sohn, Berlin Reiersloh, D und Reinhard, M. (2010): Altlastenratgeber für die Praxis, Vulkan-V. Essen				

Allgemeine Meteorologie

Modulcode	SM971
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Kottmeier
Level	2
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“ (Bachelor <i>Meteorologie</i>)
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Studienleistung gemäß SPO § 4 Abs. 3: Erreichen von 50 % der möglichen Punkte in den „Übungen zur Allgemeinen Meteorologie“
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Das Modul wird nicht benotet.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Keine
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studentinnen und Studenten können grundlegende Phänomene der Meteorologie mit adäquater Terminologie beschreiben und mit Hilfe der zugrundeliegenden physikalischen Prozesse erklären. Sie sind in der Lage die wesentlichen Bestandteile des Wettersystems zu benennen und ihre Wirkung physikalisch korrekt zu beschreiben.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Allgemeine Meteorologie (4051011)	V	3	W		C. Kottmeier
	Übungen zur Allgemeinen Meteorologie (4051012)	Ü	2	W		C. Kottmeier, E. Hubel
Inhalt	Dieses Modul soll Studierenden in die grundlegenden Aspekte der Meteorologie einführen. Neben den fundamentalen physikalischen Gesetzen der Atmosphäre (Strahlung, Thermodynamik, Energetik) werden die Zusammensetzung der Luft, meteorologische Grundgrößen, Luftbewegungen und Phasenübergänge von Wasser behandelt. Das Modul vermittelt zudem einen Überblick über Wetterelemente (Luftmassen, Fronten, Zyklonen, Antizyklonen), synoptische Beobachtungen und Wettervorhersage.					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 75 h Vor-/Nachbereitung: 105 h					
Literatur/ Lernmaterialien						

Meteorologische Naturgefahren und Klimawandel

Modulcode	SM972
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Knippertz
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“
Sprache	Deutsch/Englisch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Teilleistung „Meteorologische Naturgefahren“ (3LP): Mündliche Prüfung, Dauer: ca. 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Teilleistung „Hauptseminar IPCC Sachstandbericht“ (3 LP): Prüfungsleistung anderer Art (Vortrag, ca. 30 min), gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote ist das nach Leistungspunkten gewichtete Mittel aus den Noten der beiden Teilleistungen.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundkenntnisse in Meteorologie, z. B. Modul „Allgemeine Meteorologie (SM971)“, und über das Klimasystem
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studentinnen und Studenten sind in der Lage, Ursachen von Klimaveränderung fachgerecht darzustellen und kritisch zu diskutieren. Sie können aus Klima- und Wetterdaten bzw. Vorhersagen das Potential für Extremereignisse und ihre Auswirkungen je nach Region und Jahreszeit abschätzen. Außerdem können sie erlernte bzw. selbst erarbeitete wissenschaftliche Erkenntnisse fachgerecht präsentieren und diskutieren.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Meteorologische Naturgefahren	V	2		S	M. Kunz
	Hauptseminar IPCC Sachstandsbericht/Advanced Seminar IPCC Assessment Report	S	2		S	H. Fink, M. Höpfner
Inhalt	<p>Meteorologische Naturgefahren: Extremereignisse, außertropische und tropische Zyklonen, Konvektion, Gewitterstürme, Superzellen, Tornados, konvektive Starkwindböen, Derechos, Hagel, Klimaänderung und Extremereignisse</p> <p>Hauptseminar IPCC Sachstandsbericht: Ursachen von Klimawandel: Externe und interne Einflussfaktoren auf das Klima, Strahlungswirkung und Bedeutung der Treibhausgase, Ergebnisse von Modellprojektionen des globalen Klimas Systematische Aufarbeitung anhand des aktuellen Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change: Strukturierung des IPCC-Prozesses, Hintergründe zur Entstehung des Berichts, Vorträge über Teilaspekte und Diskussion</p>					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h Vor-/Nachbereitung inkl. Vortrag: 90 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h					
Literatur/ Lernmaterialien						

Angewandte Meteorologie: Turbulente Ausbreitung

Modulcode	SM973
Modul-Verantwortliche/r	Dr. Bernhard Vogel
Level	4
Leistungspunkte	6
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i> , Wahlmodul im Bereich „Supplementary Modules“
Sprache	Deutsch
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 2 Studienleistung als Vorleistung zur Prüfung: Bestehen der Übungsaufgaben
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Grundkenntnisse in Meteorologie, z. B. Modul „Allgemeine Meteorologie (SM971)“
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studentinnen und Studenten können wesentliche Aspekte der Ausbreitung von Luftbeimengungen fachgerecht erläutern. Sie sind in der Lage, die zugrunde liegende Prozesse qualitativ und quantitativ zu beschreiben und aus Wetterinformationen Auswirkungen auf die Ausbreitung von Luftbeimengungen abzuleiten.

Lehrveranstaltungen	Titel	Art	SWS	Semester		Dozent/in
	Turbulente Ausbreitung (4052081)	V	2		S	H. Vogel, B. Vogel
	Übungen zu Turbulente Ausbreitung (4052082)	Ü	1		S	H. Vogel, B. Vogel
Inhalt	Ausbreitung von Luftbeimengungen: <ul style="list-style-type: none"> - Relevante Spurengase - Tagesgänge von Emissionen und Konzentrationen - Temperaturverlauf und Bewegungsvorgänge in der unteren Atmosphäre - Turbulente Diffusion - Turbulenzparametrisierung - Chemische Umwandlungsvorgänge - Numerische Modelle 					
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 h Vor-/Nachbereitung inkl. Übungsaufgaben: 105 h Prüfung + Prüfungsvorbereitung: 30 h					
Literatur/ Lernmaterialien						

2.8 Study Project

Study Project/Studienprojekt

Modulcode	SP111
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Uhlmann (Sprecher des Studiengangs)
Level	5
Leistungspunkte	15
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i>
Sprache	Englisch oder Deutsch, in Abstimmung mit dem/den Prüfenden auch in einer anderen Sprache
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Die Erfolgskontrolle erfolgt in Form einer Prüfungsleistung anderer Art, gemäß SPO § 4 Abs. 2 Nr. 3: Schriftliche Ausarbeitung (ca. 30 Seiten) und abschließender Vortrag (ca. 20 min)
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Note entspricht der Note der Prüfungsleistung anderer Art
Voraussetzungen	Keine
Empfehlungen	Alle fachlichen und überfachlichen Qualifikationen zur Bearbeitung des gewählten Themas und der Anfertigung des „Study Project“ sollten erlangt worden sein.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage eine interdisziplinäre, wasserbezogene Projektarbeit mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie können die Bearbeitung einer Problemstellung unter Anleitung planen, strukturieren, vorbereiten, durchführen und schriftlich wie mündlich dokumentieren. Dabei wählen sie adäquate Methoden für eine lösungsorientierte Bearbeitung der Fragestellung aus.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage selbstorganisiert und strukturiert zu arbeiten. Sie verfügen über Kompetenzen in den Bereichen Projektmanagement, Teamarbeit und Präsentation.</p>

Inhalt	<p>Bearbeitung einer wasserbezogenen, interdisziplinären Projektarbeit. Diese kann theoretischer und/oder experimenteller Natur sein. Im Vordergrund stehen die Erarbeitung von Ergebnissen unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden, das Projektmanagement und die Präsentation der Ergebnisse.</p> <p>Die Projektarbeit kann auch in Studierendenteams bearbeitet werden. In diesem Fall bearbeiten die Studierenden jeweils einen Aspekt einer übergeordneten Team-Fragestellung z. B. im Rahmen eines Verbundprojektes.</p> <p>Die Studierenden können Vorschläge für die Themenstellung einbringen.</p> <p>Es ist möglich, die Projektarbeit im Rahmen einer Kooperation mit einer externen Forschungseinrichtung oder einer Institution aus dem berufspraktischen Umfeld anzufertigen.</p>
Arbeitsaufwand	3 Monate (450 h)
Literatur/ Lernmaterialien	

2.9 Master's Thesis

Master's Thesis/Masterarbeit

Modulcode	MT199
Modul-Verantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Uhlmann (Sprecher des Studiengangs)
Level	5
Leistungspunkte	30
Studiengang	Master <i>Water Science & Engineering</i>
Sprache	Englisch oder Deutsch; auf Antrag kann die Masterarbeit auch in einer anderen Sprache geschrieben werden (SPO §14 Abs. 4).
Moduldauer	1 Semester
Prüfungsform/ Teilleistungen	Schriftliche Ausarbeitung der Masterarbeit und abschließender Vortrag, gemäß SPO § 14 Abs. 1 a
Prüfung Besonderheiten	Keine
Modulnote	Die Note ergibt sich aus der Bewertung der Masterarbeit und des abschließenden Vortrags, der in die Bewertung eingeht.
Voraussetzungen	Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende Modulprüfungen im Umfang von mindestens 42 LP erfolgreich abgelegt hat (SPO § 14 Abs. 1)
Empfehlungen	Das Modul „Study Project“ sollte abgeschlossen sein. Alle fachlichen und überfachlichen Qualifikationen zur Bearbeitung des gewählten Themas und der Anfertigung der Masterarbeit sollten erlangt worden sein.
Bedingungen	Keine
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, selbständig eine wissenschaftliche Arbeit zu konzipieren und durchzuführen. Hierzu setzen sie sich mit dem Stand der Forschung auseinander und wenden die im Studium erworbenen Fachkenntnisse und erlernten Methoden an. Sie können die gewonnenen Ergebnisse schriftlich darstellen, diskutieren und beurteilen sowie die wesentlichen Erkenntnisse im Rahmen eines Vortrags präsentieren und verteidigen.

Inhalt	<p>Die Masterarbeit ist eine eigenständige, schriftliche Arbeit und beinhaltet die theoretische und/oder experimentelle Bearbeitung einer komplexen Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden.</p> <p>Der thematische Inhalt der Masterarbeit ergibt sich durch die Wahl des Fachgebiets, in dem die Arbeit angefertigt wird. Die Studierenden können Vorschläge für die Themenstellung einbringen.</p> <p>Es ist möglich, die Masterarbeit im Rahmen einer Kooperation mit einer externen Forschungseinrichtung oder einer Institution aus dem berufspraktischen Umfeld anzufertigen.</p>
Arbeitsaufwand	6 Monate (900 h)
Literatur/ Lernmaterialien	

3 Abkürzungen

AF	Advanced Fundamentals
CC	Cross-Cutting Methods & Competencies
D	Deutsch
D/E	Sprache: Deutsch/Unterlagen: Englisch
E	Englisch
E	Exkursion
LP	Leistungspunkte
mP	mündliche Prüfung
MT	Master's Thesis/Masterarbeit
P	Praktikum
P	Profilstudium
P/SM	Profilstudium/Supplementary Modules
PA	Profil A
PaA	Prüfungsleistung anderer Art
PB	Profil B
PC	Profil C
PD	Profil D
PF	Prüfungsform
S	Sommersemester
S	Seminar
SL	Studienleistung
sP	schriftliche Prüfung
SP	Study Project
SPO	Studien- und Prüfungsordnung
SWS	Semesterwochenstunden
Ü	Übung
V	Vorlesung
W	Wintersemester

4 Index

Advanced Computational Fluid Mechanics	96	Hydrogeologie - Grundwassermodellierung	132
Advanced Fluid Mechanics	34	Hydrogeology	42
Allgemeine Meteorologie.....	142	Industrial Water Management.....	86
Analysis of Turbulent Flows	94	Infrastructure Planning – Socio-economic & Ecological Aspects	56
Angewandte Meteorologie: Turbulente Ausbreitung	146	Instrumental Analysis.....	50
Applied Microbiology	78	Introduction to Matlab	60
Biofilm Systems	90	Karst und Isotope	134
Datenanalyse und Umweltmonitoring/ Data Analysis and Environmental Monitoring	46	Lecture Series on Environmental Systems Modeling	28
Einführung in GIS für Studierende natur-, ingenieur- und geowissenschaftlicher Fachrichtungen	66	Management of Water Resources and River Basins	116
Energiewasserbau/Hydro Power Engineering	106	Master's Thesis/Masterarbeit.....	150
Environmental Fluid Mechanics.....	92	Membrane Technologies and Excursions	76
Erdbau und Erddammbau	138	Meteorologische Naturgefahren und Klimawandel	144
Experimental Hydrology	120	Mikrobielle Diversität.....	52
Fließgewässerdynamik und Feststofftransport/ Flow and Sediment Dynamics in Rivers.....	110	Modul Sprachenzentrum.....	72
Fundamentals of Water Quality	30	Numerical Fluid Mechanics.....	36
Geodateninfrastrukturen und Webdienste	68	Numerische Mathematik für die Fachrichtungen Informatik und Ingenieurwesen	70
Gewässerlandschaften/Aquatic Ecosystems.....	124	Numerische Strömungsmodellierung im Wasserbau	104
Groundwater Management.....	128	Practical Course in Water Technology .	80
Hydraulic Engineering	38	Principles of Sustainable Water Management.....	54
Hydraulic Structures.....	102	Probability and Statistics.....	62
Hydrogeologie – Gelände- und Labormethoden	130	Process Engineering in Wastewater Treatment	82
		Projektstudium: Wasserwirtschaftliche Planungen	112

Protection and Use of Riverine Systems 126

Remote Sensing and Positioning 64

River Basin Modeling 122

Strömungsmechanische
Experimente/Experiments in Fluid
Mechanics 44

Study Project/Studienprojekt 148

Technische Hydraulik 98

Thermal Use of Groundwater 136

Thermodynamics of Environmental
Systems 114

Transport and Transformation of
Contaminants in Hydrological
Systems 118

Umweltgeotechnik..... 140

Umweltkommunikation/Environmental
Communication 58

Urban Water Infrastructure and
Management 32

Verkehrswasserbau/Waterway
Engineering 108

Versuchswesen und
Strömungsmesstechnik 100

Wasserverteilungssysteme/Water
Distribution Systems..... 88

Wastewater and Storm Water Treatment
..... 84

Water and Energy Cycles..... 40

Water Ecology..... 48

Water Technology 74