

universität freiburg

Modulhandbuch

M.Sc. Hydrologie

Stand: Wintersemester 2024/25

Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Foto: Jürgen Strub, Alpenexkursion des M.Sc. Hydrologie, Juli 2013



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Informationen.....	3
1.1	Das Fach Hydrologie.....	3
1.2	Beschäftigungsmöglichkeiten	3
1.3	Voraussetzungen für das Studium.....	4
1.4	Qualifikationsziele des Studiengangs	4
1.5	Sprache.....	5
1.6	Aufbau des Studiengangs	5
1.7	Studienplan	8
2	Modulbeschreibungen	9
3	Raumpläne.....	36
4	Ansprechpartner.....	36

1 Allgemeine Informationen

Dieses Modulhandbuch dient den Studierenden als Leitfaden für das Studium im Masterstudiengang Hydrologie. Der Master of Science (M.Sc.) Hydrologie ist ein forschungsorientierter und konsekutiver Studiengang mit berufsqualifizierendem und international anerkanntem Abschluss. Dieser kann in einer Regelstudienzeit von vier Semestern erworben werden. Start des Studiengangs ist der Beginn eines Wintersemesters. Das vorliegende Modulhandbuch enthält Informationen über das Studienfach, über Beschäftigungsmöglichkeiten und Voraussetzungen, über Qualitätsziele des Studiengangs, sowie über dessen grundsätzlichen Aufbau. In einem zweiten Teil werden Details zu Modulen und Lehrveranstaltungen dargestellt.

1.1 Das Fach Hydrologie

Hydrologie ist die Wissenschaft vom Wasser – eine der wichtigsten Lebensgrundlagen für Mensch und Natur. Dabei untersucht die Hydrologie die Quantität und Qualität von Speichern und Flüssen des Wasserkreislaufs in verschiedenen Regionen der Erde. Bevölkerungszuwachs, Klima- und Landnutzungsveränderung verändern die Verfügbarkeit, die Verteilung und die Qualität von Wasser auf der Erde. Wasserknappheit und nachhaltige Wassernutzung sind nur zwei Themen innerhalb der Hydrologie, denen im 21. Jahrhundert national und international große Relevanz zukommt.

1.2 Beschäftigungsmöglichkeiten

Beschäftigungsmöglichkeiten für Hydrologen(innen) bestehen in Landes- und Bundesumweltbehörden, bei Gemeinden und in der Privatwirtschaft (z.B. Ingenieur- und Consultingbüros, Wasserversorgungsunternehmen, Versicherungen). National wie international ist der Ausbildungsstandort Freiburg anerkannt und durch ein weit gefächertes Alumni-Netzwerk bestehen gute Kontakte zu zahlreichen Firmen, Behörden, Universitäten und Institutionen. Freiburger Hydrologinnen und Hydrologen haben überdurchschnittlich gute Möglichkeiten in einem internationalen Umfeld zu arbeiten und berufliche Perspektiven in großen Organisationen mit Bezug zur internationalen Wasserforschung zu finden (z.B. UNESCO-IHP, WMO, GIZ). Ein Teil der Abgängerinnen und Abgänger setzt die wissenschaftliche Arbeit in Forschungsprojekten an Universitäten und Forschungszentren inner- und außerhalb Deutschlands fort.

1.3 Voraussetzungen für das Studium

Voraussetzung ist der erfolgreiche, überdurchschnittliche Abschluss (Abschlussnote mindestens 2,5) eines Bachelorstudiums aus den Natur-, Ingenieur-, Geo- und Umweltnaturwissenschaften mit je 5 ECTS in Grundlagenmodulen zu Mathematik, Statistik, Physik, anorganischer Chemie, Bodenkunde und Hydrologie. Bewerber(innen) sollten eine hohe Motivation mitbringen, die Systeme und Prozesse in der Natur zu verstehen sowie ein Bewusstsein für die Relevanz der Ressource Wasser haben.

1.4 Qualifikationsziele des Studiengangs

Die Qualifikationsziele des Masterstudiengangs Hydrologie orientieren sich am Qualifikationsprofil der Albert-Ludwigs-Universität, das derzeit in allen Fakultäten etabliert und optimiert wird. Dabei werden den Studierenden in einer Kombination aus Lehre und Forschung wissenschaftliche, fachliche und personelle Kompetenzen vermittelt, die sie für den nationalen und internationalen Arbeitsmarkt befähigen. Die Schlüsselqualifikationen sind dabei auf die Module des Studiengangs verteilt (Abb. 1).

Modul	Fachspezifische Schlüsselqualifikationen													
	Datenaufnahme im Gelände	Versuchsplanung	Arbeiten im Labor	Statistische und empirische Datenanalyse	Entwicklung und Anwendung von Modellen	Anwendung von Software zur Problemlösung	Analyse von wissenschaftl. Veröffentlichungen	Wissensch. Argumentieren und Schreiben	Visualisierung von Daten	Erstellung von Präsentationen oder Postern	Freies Vortragen	Erstellung von Veröff. und Berichten	Arbeiten mit Praxispartnern und mit der Öffentlichkeit	Gruppenarbeit
Einzugsgebietshydrologie	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Env. Monitoring, Data Analysis and Visualization	X	X		X	X	X			X	X		X		X
Umweltstatistik / Environmental Statistics				X		X			X			X		X
Globale Erdsysteme				X	X	X	X	X		X	X			
Methoden der Hydrologie	X			X		X	X		X		X	X	X	
Hydrochemie und Tracerhydrologie	X	X	X		X		X	X	X					X
Hydrologische Modellierung				X	X	X		X	X			X		
Hydrologische Geländemethoden / Exkursion	X	X		X							X		X	X
Integrative Modellierung von Hydrosystemen				X	X	X			X			X		X
Global Groundwater Agricultural Nexus							X	X		X	X	X	X	X
Hydraulik und Sedimenttransport				X		X			X			X	X	X
Water in Drylands				X		X		X	X			X		X
Hochwassermanagement	X			X	X	X		X	X			X	X	X
Ecohydrology	X		X	X			X	X	X	X	X			X
Natural Hazards							X	X		X	X			
Hydrologische Forschung		X					X	X					X	X
Wasserpolitik und -Recht							X	X		X	X		X	
Schadstoffe im Wasserkreislauf	X		X	X			X		X	X	X		X	X
Bodenphysik	X	X	X	X	X							X		X
Advanced Statistics				X		X			X			X		X
Earth System Modelling				X	X	X	X	X		X	X			X

Abb. 1: Fachspezifische Schlüsselqualifikationen in den Modulen des Masterstudiengangs Hydrologie

Im Masterstudiengang Hydrologie werden einerseits grundlegende Naturgesetzmäßigkeiten zum Wasserkreislauf theoretisch und praktisch gelehrt. Andererseits werden auch angewandte Aspekte des Naturschutzes und der nachhaltigen Wassernutzung, bis hin zu

Technologien zur Wasserversorgung und des Gewässerschutzes vermittelt. Die hydrologischen Professuren verfügen über ein weltweites Forschungsnetz mit Partnern und Projekten in Europa, Asien, Afrika und Amerika. In der hydrologischen Forschung werden in Freiburg innovative Experimente durchgeführt, Simulationsmodelle entwickelt und praktische Probleme gelöst. So lassen sich natürliche Prozesse des Wasserkreislaufs, wie auch anthropogene Einflüsse oder Auswirkungen des Klimawandels, gezielt abbilden. In allen Bereichen ist die Lehre eng mit der Forschung verknüpft und bietet den Studierenden von Anfang an interessante Einblicke in die wichtigsten hydrologischen Forschungsfragen. Auslandssemester sind insbesondere im dritten Semester vorgesehen und können problemlos in das Studium eingebaut werden. Die Anerkennung von im Ausland erworbenen Studien- und Prüfungsleistungen ist durch die große Anzahl von Wahlpflichtmodulen ohne Probleme möglich. Vielfältige Erasmus-Austauschbeziehungen und -plätze bestehen auch in erweiterten Bereichen der Hydrologie wie etwa in der Gebirgshydrologie, Forsthydrologie, Ingenieurhydrologie, Karsthydrologie, Soziohydrologie, Hydrogeologie und Umwelthydrologie.

1.5 Sprache

Soweit im Vorlesungsverzeichnis nicht anders angekündigt, werden Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Masterstudiengang Hydrologie in deutscher Sprache abgehalten. Die Belegung der in englischer Sprache angebotenen Wahlpflichtmodule setzt den Nachweis von Englischkenntnissen voraus, die mindestens dem Niveau B2 des gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen entsprechen.

1.6 Aufbau des Studiengangs

Erstes und drittes Fachsemester finden als Wintersemester im Wochenrhythmus statt, wobei für jedes Modul ein halber Tag im Umfang von ca. 4 Stunden für Vorlesungen und Übungen reserviert ist. Ein Tag ist für Exkursionen, Labor- oder Feldpraktikum reserviert. Das zweite Fachsemester findet im Sommersemester statt und ist im Blocksystem aufgebaut, d.h. die Module werden als 3-wöchige thematische Blockveranstaltungen angeboten. Zwischen den Veranstaltungen des zweiten und dritten Fachsemesters liegt ein Zeitfenster für das verpflichtende, mindestens 7-wöchige Berufspraktikum. Vor und nach der Vorlesungszeit des dritten Fachsemesters sind Zeitfenster für ein 3-wöchiges Blockmodul (Wahlpflicht) vorgesehen.

In den Modulen werden unterschiedliche, an einer modernen Hochschule-Didaktik orientierte Lehrformen wie Kleingruppenarbeit, Diskussionsforen, Präsentationsübungen u.a. eingesetzt; dazu kommen praktische Übungen, Vorlesungen, Seminare und Exkursionen. Studienleistungen sind individuelle Leistungen, die im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen erbracht aber nicht benotet werden. Sie können aus Übungsaufgaben, Feldprotokollen, Postern oder Vorträgen bestehen. Studienbegleitende Prüfungsleistungen werden benotet und können schriftlich (Klausuren oder schriftliche Ausarbeitungen) und mündlich (Prüfungsgespräche oder Präsentationen) sein.

Die Module haben einheitlich eine Wertigkeit von 5 ECTS-Punkten und umfassen somit jeweils 150 Stunden Arbeitsaufwand (Kontaktzeit plus Selbststudium und Prüfungszeit). Dieser Arbeitsaufwand der Studierenden wird einerseits in den reservierten Halbtagsblöcken (erstes und drittes Fachsemester) sowie innerhalb der 3-wöchigen Blockveranstaltungszeit (zweites Fachsemester) geleistet, andererseits bestehen in den Pausen im Semester (freie Halbtagesblöcke im Wintersemester vor allem am Freitag, 2-3 Wochen Weihnachtspause, 1 Woche Pfingstpause) zusätzliche Zeitpuffer zur Vor- und Nachbereitung des Stoffs. Vor Beginn der jeweiligen Semester steht zusätzlich Zeit für den Einstieg in die fachlichen Voraussetzungen der Module zur Verfügung. In einigen Modulen werden schriftliche Ausarbeitungen als Prüfungsleistung verlangt, die erst nach Ende der Vorlesungszeit abgegeben werden müssen. In einzelnen Modulen sind mehrtägige Exkursionen außerhalb Freiburgs integriert, bei denen die tägliche Teilnahmezeit an der Lehrveranstaltung 10 Stunden und mehr betragen kann. Durch diese Studienstruktur sind ausnahmsweise auch wöchentliche Arbeitszeiten von bis zu 50 Stunden möglich, dabei sind teilweise auch Samstage integriert. In seltenen Fällen werden auch Sonntage insbesondere für die An- oder Abreise bei mehrtägigen Exkursionen genutzt.

In allen Modulen wechseln sich Phasen mit intensiver Arbeitsbelastung mit Phasen normaler Präsenz ab, dies bewirken auch unterschiedliche Lehr- und Lernformen. Dieser Wechsel stellt aus Sicht der Fakultät auch eine praxisnahe Vorbereitung auf spätere Tätigkeiten im Beruf dar. Es gibt dabei zwei unterschiedliche Typen von Modulen:

Pflichtmodule

In den ersten beiden Fachsemestern sind insgesamt 8 Pflichtmodule (40 ECTS) zu absolvieren. Funktion der Pflichtmodule ist es, einerseits notwendige Grundlagen für die Wahlpflichtmodule zu schaffen und andererseits komplementäre Bereiche zu erschließen. Der Pflichtbereich setzt sich aus den Modulen *Methoden in der Hydrologie, Einzugsgebietshydrologie, Hydrochemie und Tracerhydrologie, Integrative Modellierung von Hydrosystemen, Globale Erdsysteme, Hydrologische Modellierung, Umweltstatistik, Geländekurs: Messmethoden und Exkursion* zusammen. Die Pflichtmodule vermitteln Fertigkeiten zum fachlichen Arbeiten in einem breiten umweltwissenschaftlichen Bereich und behandeln die grundlegenden Prozesse, Theorien, Methoden und Modelle über das Wasser in der Atmosphäre, in Flüssen und Seen, in der ungesättigten Bodenzone, im Grundwasser, sowie deren Zusammenspiel mit angrenzenden Fachbereichen im Umwelt-System.

Wahlpflichtmodule

Insgesamt sind Wahlpflichtmodule (WPs) im Umfang von insgesamt 40 ECTS-Punkten zu belegen. Die Studierenden können aus einer Vielzahl von deutschen oder englischen Modulen wählen und somit ihr Profil vertiefen oder erweitern, je nach Interesse. Neben den eigens für den Masterstudiengang Hydrologie konzipierten Wahlpflichtmodulen können auch Module anderer Masterstudiengänge der Fakultät als WP belegt werden. WPs können dabei aus den Themenbereichen Bodenökologie, Datenverarbeitung und Modellierung, Gewässerökologie, Globale Systemmodellierung, Hydrogeologie, Hydrologische Forschung, Hydrometeorologie, Hydromorphologie, Ökohydrologie, Wasserbau und Hydraulik, sowie Wasserwirtschaft, -

bewirtschaftung und –politik gewählt werden. Dabei kann der Fokus mehr auf der quantitativen oder der qualitativen Hydrologie liegen.

Berufspraktikum

Für den erfolgreichen Abschluss des M.Sc. Hydrologie ist ein Praktikum (10 ECTS) von mindestens 7 Wochen (Vollzeit) erforderlich. Es wird in der Regel in der vorlesungsfreien Zeit zwischen dem zweiten und dritten Fachsemester absolviert, kann aber bei Bedarf auch flexibel zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt werden. Das Praktikum ermöglicht es den Studierenden, Praxiserfahrung zu sammeln und ist außerdem eine gute Gelegenheit mögliche Berufsfelder und Karrieremöglichkeiten zu erkunden. Es kann in Deutschland oder im Ausland entweder zusammenhängend oder aufgeteilt auf zwei jeweils mindestens dreiwöchige Praxisphasen abgeleistet werden. Praktika müssen von den Studierenden selbstständig gesucht und organisiert werden, aber alle Lehrenden sind auf Anfrage gerne bereit, Ihnen Tipps und Kontakte aus ihren Netzwerken zu geben.

Weitere Informationen zum administrativen Vorgehen, zu Förderungsmöglichkeiten und zu bisherigen Praktikumsstellen finden sich auf der Website des Studiengangs.

Masterarbeit

Die Masterarbeit hat einen Leistungsumfang von 30 ECTS-Punkten und ist eine Prüfungsarbeit, in der der Kandidat/ die Kandidatin zeigen soll, dass er/sie in der Lage ist, innerhalb der vorgegebenen Frist (6 Monate) ein hydrologisches Thema nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse adäquat darzustellen. Zum Ende des dritten Semesters findet eine spezielle Veranstaltung statt, in der inhaltliche und organisatorische Aspekte der Masterarbeit ausführlich erläutert werden. Die Masterarbeit ist in das Modul „Hydrologische Forschung“ eingebettet, in dem das Konzept, der Zwischenstand oder die Endergebnisse der Masterarbeit präsentiert werden. Weitere Informationen finden sich im Leitfaden Masterarbeit auf der Website des Studiengangs.

1.7 Studienplan

1. Fachsemester: WiSe					
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Vormittag	Einzugsgebiets- hydrologie	Environmental Statistics	Environmental Monitoring, Data Analysis and Visualisation	Globale Erdsysteme	Methoden der Hydrologie
Nachmittag	Exkursionen	Übungen	Tutorate	Hydrologische Forschung	Exkursionen

Legende	
Pflichtmodule	Wahlpflicht- module
bevorzugte Wahlpflicht-Module	

2. Fachsemester: SoSe					
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Woche 1-3	Hydrochemie und Tracerhydrologie				
Woche 4-6	Hydrologische Modellierung				
Woche 7-9	Integrative Modellierung von Hydrosystemen				
Woche 10-12	Geländekurs: Messmethoden und Exkursion				
Woche 13-15	Programmierung in Python				

Vorlesungsfreie Zeit
Berufspraktikum

3. Fachsemester: WiSe					
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Vormittag	Wasserpoltik und -Recht	Natural Hazards	Advanced Statistics	Water in Drylands	Earth System Modelling
Nachmittag	Hochwasser- management	Boden- physik	Stabile Isotopes	Schadstoffe im Wasserkreislauf	Hydraulik und Sedimenttransport

Block nach WiSe
Groundwater-Agriculture- Nexus
Ecohydrology

4. F.S.
Masterarbeit

2 Modulbeschreibungen

Modulnummer	Modulname	
92412	Einzugsgebietshydrologie	
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 1 jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Exkursion, Computerübungen	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: hydrologische Grundkenntnisse	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung: (20 Minuten) 40% Schriftliche Ausarbeitung: Bericht zur Hydrologie eines ausgewählten Einzugsgebiets und kommentierter R code (10.12 Seiten) 60%		
Modulkoordination: Dr. Carolin Winter		
Beteiligte Lehrende: Dr. Carolin Winter		
<p>Inhalte:</p> <p>In diesem Modul werden die Grundlagen der Einzugsgebietshydrologie vertieft und gleichzeitig ein Überblick über die von den Masterstudierenden erwarteten Grundlagen der Hydrologie gegeben. Folgende Themen werden erarbeitet: Abflussbildung; Variation der physikalischen Eigenschaften, der chemischen Inhaltsstoffe im Einzugsgebiet; Analysemethoden; Einfluss des Klimas und der Landnutzung auf die hydrologischen Prozesse im Einzugsgebiet (EZG); Charakterisierung von EZG anhand von Einzugsgebietseigenschaften, Klima- und Abflussdaten.</p> <p>Der Inhalt des Moduls orientiert und strukturiert sich an den Wasserflüssen und Wasserspeichern im Einzugsgebiet: Input (Regen, Schnee), Output (Abfluss, Verdunstung), Speicher (gesättigt und ungesättigt), Abflussprozesse (Skalen), Wasserqualität (Chemie), Landoberflächeneinflüsse auf Einzugsgebietshydrologie (Wald, Landwirtschaft, Stadt).</p> <p>Um die gelernten theoretischen Inhalte zu vertiefen, werden in der ersten Hälfte Gruppenarbeiten mit R durchgeführt, um hydrologische Methoden zur Analyse von Niederschlags- und Abflussdaten zu programmieren. In der 2. Hälfte werden die Methoden aller Gruppen zusammengeführt, damit individuell ein Exposé für ein ausgewähltes EZG erstellt werden kann. Dabei werden typische EZG Eigenschaften mit Hilfe von GIS erarbeitet (z.B. Topographie, Geologie, Hydrogeologie, Böden, Landnutzung, Oberflächengewässer, anthropogene Beeinflussung) und mit den R Funktionen der Gruppenarbeiten dynamische hydrologische Eigenschaften für das individuelle EZG berechnet.</p> <p>Weiterhin findet eine Exkursion in die nähere Umgebung statt, die hydrologische Prozesse und Besonderheiten in einem exemplarischen EZG im Gelände vermittelt.</p>		
<p>Qualifikations- und Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können den Einfluss des Klimas und der Landnutzung auf hydrologische Prozesse in Einzugsgebieten ableiten. • Studierende sind befähigt, sich eine hydrologische Analysemethode aus der Literatur zu erarbeiten, diese in eine Programmstruktur umzusetzen, in R zu programmieren und die Ergebnisse in einem Vortrag zu präsentieren. • Studierende können die statischen und dynamischen Eigenschaften eines Einzugsgebiets unter Anwendung von GIS räumlich und zeitlich verknüpfen und in einem Exposé darstellen. 		

Literatur und Arbeitsmaterial:

Fohrer et al. (2016) Hydrologie, Haupt Verlag, Bern

Brutsaert, W. (2023) Hydrology - An Introduction, Cambridge

Dingman, S.L. (2002) Physical Hydrology, Prentice Hall.

Verschiedene wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften über Methoden zur Analyse von Niederschlags- und Abflussdaten.

Modulnummer		Modulname	
57140		Environmental Statistics	
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 1 / jedes WiSe	
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Übungen, Gruppenarbeit	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Grundkenntnisse in Statistik: Verteilungen, ML, Regression, ANOVA, GLM, PCA, Datenimport und einfache statistische Analysen in R	Sprache: englisch	
Studienleistung: weekly list of exercises, submission mandatory		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h)	
Prüfungsleistung: Klausur		ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: Prof. Dr. Carsten Dormann			
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Carsten Dormann			
Content: <ol style="list-style-type: none"> 1. repetition LM with multiple predictors: estimates, SE, P-values, interactions, non-linearity; plotting 2. count GLM: link function, Poisson distribution, back-transform to response scale; plotting 3. Bernoulli GLM: link function, Bernoulli distribution; backtransform; SE of prediction; plotting 4. other GLMs: canonical link function, neg binomial, binomial, any other: maximum log-likelihood principle; likelihood profile via grid search 5. Model diagnostics using simulation 6. missing data imputation (mice; sklearn.KNNImputer) 7. time series analysis with GAM and AR1 8. bootstrapping and jackknife 9. cross validation, incl. block cross-validation for time and space 10. randomForest 11. working with black-box models (ANN, SVM, ...) 12. reproducibility <ol style="list-style-type: none"> 1. quarto/markdown vs knitr/LaTeX 2. (meta-data for dryad and pangea 3. (docker, R:checkpoint for reproducibility 			
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können mit erweiterten Statistikenntnissen komplexe Aufgaben bearbeiten. • Studierende sind in der Lage, durch eigenhändige R-Programmierung komplexe statistischer Aufgaben zu lösen. 			

Literatur und Arbeitsmaterial:

- Crawley (2007) The R Book. Wiley.
- *Dormann (2017) Environmental Data Analysis, An Introduction with Examples in R (<https://www.springer.com/gb/book/9783030550196>)
- *Helsel & Hirsch (1992) Statistical Methods in Water Resources. (www.epa.gov/region9/qa/pdfs/statguide.pdf)
- Schönwiese (2006) Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler, 4. Aufl., Bornträger
- *R-Dokumentation unter <http://cran.r-project.org/other-docs.html>, etwa http://cran.r-project.org/doc/contrib/Dormann+Kuehn_AngewandteStatistik.pdf

* zeigt eine kostenlose Quelle an

Modulnummer Modulname 57170 Environmental Monitoring, Data Analysis and Visualization		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 1, 3 jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Geländearbeit, praktische Übungen am Rechner	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Grundlagen in Statistik und GIS, sicherer Umgang mit „R“	Sprache: englisch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung: zwei korrigierte Übungen jeweils zu Zeit- und Raumdaten.		
Modulkoordination: Prof. Dr. Markus Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Markus Weiler, Max Schmit, Prof. Dr. Teja Kattenborn		
Inhalt: <p>In diesem Modul werden Grundlagen für die Erfassung, Bearbeitung und Verarbeitung von Raum-Zeit-Daten vermittelt, damit sie in einer geeigneten Form für eine spätere Modellierung vorliegen. Dabei werden folgende Themen im Fokus stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitreihenanalysen (Trendanalyse, Autokorrelation, Dekomposition, Extremwertanalyse) • Planung und Ausführung von Feldkampagnen • Datenaufbereitung und Qualitätskontrollen • Visualisierung von Daten • Datenbanken und die Programmiersprache SQL • Räumliche Analyse von Daten <p>Das Rahmenthema sind Daten der Lufttemperatur in Raum und Zeit mit einem Fokus auf der experimentellen Beschreibung der „urbanen Wärmeinsel“ in der Stadt Freiburg. Der Kurs verwendete eine GitHub-Umgebung, um in Gruppenarbeit an zwei verschiedenen Themen zu arbeiten und mit eigenen Daten Übungen zu absolvieren.</p> <p><i>Zeitreihendaten:</i> Es werden analoge und digitale Methoden zur Datenerfassung im Feld vorgestellt und diskutiert. Dies reicht von den Grundelementen analoger Feldprotokolle (Feldbuch) bis hin zur komplexen Datenerfassung. Die Studierenden programmieren eigenhändig Temperaturdatenlogger, installieren sie im Feld, lesen die aufgezeichneten Daten aus und überprüfen diese kritisch auf ihre Richtigkeit. Zum Vergleich werden Zeitreihendaten aus dem Internet heruntergeladen. Alle Zeitreihen werden in R einem umfassenden Qualitätskontrollverfahren unterzogen. Fehler in den Zeitreihen werden gelöscht und die daraus resultierenden Datenlücken mit verschiedenen Methoden gefüllt. Dadurch können charakteristische Parameter für das Temperaturverhalten ermittelt werden. Eine wichtige Komponente des Kurses ist die Datenvisualisierung (z. B. mittels Karten und als Zeitreihen). Studierende erlernen verschiedene Datentypen, die Theorie der Datenvisualisierung und effektive Möglichkeiten der Visualisierung in R und GIS (Best Practice Guide). Sie arbeiten auch mit Klimadaten und Klimaindizes in größerem Maßstab (Baden-Württemberg), um zeitliche und räumliche Datenanalysen zu kombinieren.</p> <p><i>Datenbanken mit räumlichen Daten:</i> Mit R werden die ermittelten Parameter räumlich analysiert und interpretiert. Darauf folgt eine Einführung in SQL und gängige Datenbanksysteme. Eine einfache Speicherlösung wird vorgestellt und verwendet, um Daten zu speichern und eine räumliche Analyse der gesammelten Daten durchzuführen.</p>		

Qualifikations- und Lernziele:

- Studierende können Daten im Gelände mit analogen und modernen digitalen Methoden erfassen.
- Studierende können Datenquellen, Datentypen und grundlegende Datenformate unterscheiden.
- Studierende können Internet-Datenquellen identifizieren und kritisch nutzen.
- Studierende können gesammelte Daten in eine Datenverwaltungssoftware einladen und die Datenqualität kontrollieren.
- Studierende können Zeitreihendaten räumlich interpolieren und deren Genauigkeit bewerten.

Literatur und Arbeitsmaterial:

Zahumenský, I (2004): Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations, WMO, Geneva.

Modulnummer		Modulname	
92421		Globale Erdsysteme / Global Earth Systems	
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 1 / jedes WiSe	
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Übungen, Seminar	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: hydrologische Grundkenntnisse	Sprache: deutsch/englisch	
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Posterpräsentation			
Modulkoordination: Prof. Dr. Rene Orth			
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Rene Orth			
Inhalte: <p>This module provides an overview of spatial and temporal variability of the Earth system with respect to hydrology, ecology, and meteorology on the Earth's surface. The interactions between water, vegetation, and climate are also considered, and how these differ between different climatic zones. Special attention is given to long-term trends in individual important variables and their interactions, and how these trends relate to climate change. In addition, the lectures include an introduction to appropriate global observationally-based data sets and their advantages and disadvantages in understanding the basis on which our knowledge of the Earth system rests.</p> <p>The students will get an introduction to work with Google Earth Engine to select a research question to be investigated with Google Earth Engine. Possible research questions will be given; developing an own relevant question is a plus. Relevant scientific literature should be studied, and reference should be made to the knowledge gained in the lectures. The results should be summarized and visualized in a poster.</p>			
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die wichtigsten hydrologischen Eigenschaften von anderen Klimaten erkennen und die wichtigsten Unterschiede zwischen den Klimazonen bewerten. • Studierende können globale, großskalige Zusammenhänge zwischen Klima und Wasserhaushalt ableiten. • Studierende sind in der Lage, nachhaltige Handlungsoptionen zur Problemlösung zu identifizieren und zu bewerten. 			
Literatur und Arbeitsmaterial: Vorlesungsfolien werden bei der Veranstaltung bereitgestellt.			

Modulnummer		Modulname	
92411		Methoden in der Hydrologie	
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 1 / jedes WiSe	
Lehrformen (Veranstaltungsart): Exkursion, Vorlesungen, praktische Übungen am Rechner	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: hydrologische Grundkenntnisse	Sprache: deutsch	
Studienleistung: Vortrag bei Geländeexkursion, Teilnahme bei Exkursionen		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (45h)	
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitungen: R Skript zur Datenanalyse, GIS-Projekt, Graphical-Abstract		ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: Dr. Robin Schwemmler			
Beteiligte Lehrende: Dr. Robin Schwemmler, aplProf. Dr. Jens Lange			
Inhalte: In diesem Modul sollen die Studierenden verschiedene hydrologische und wissenschaftliche Methoden erlernen. Das Modul dient auch dazu, das unterschiedliche Vorwissen der Studierenden anzugleichen. Deshalb ist insbesondere Zeit zum gezielten, angeleiteten Selbststudium (mit Tutoraten). Folgende Inhalte stehen dabei im Vordergrund: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Hydrologie als Geowissenschaft in der Landschaft: In der ersten oder zweiten Semesterwoche werden die geo- und umweltwissenschaftlichen Grundlagen im Rahmen einer zweitägigen Geländeexkursion in den Südschwarzwald vermittelt. Themenschwerpunkte sind: Geologie, glaziale und periglaziale Morphologie, Bodenbildung, Klima, Abflussbildung in verschiedenen Skalen, sowie Quelltypisierung. • Quantitative Hydrologie mit Daten: R als Werkzeug zur Analyse, Probleme bei der R-Programmierung, Debugging • Hydrologische Daten (Abfluss, Bodenfeuchte, etc.): Datenherkunft, Messmethoden, Exkursion zur Rheinüberwachungsstation nach Basel • Quantitative Analyse im Raum: GIS als Werkzeug: Einführung, grundlegende Daten, Datenherkunft, WMS, Raster-GIS, hydrologische und morphometrische Analysen • Forschungsmethodik und Kommunikation Forschung: Design von wissenschaftlichen Studien, Kommunikation von Forschung (Publikationen und Präsentation), Graphical Abstracts, Nachbearbeitung von Abbildungen (Vektorgraphikprogramme) • Spezial-Themen zu jedem Methoden-Block: • R in der Hydrologie (Anwendungen und nützliche R Pakete) • Datenaufnahme und Orientierung im Gelände • Exkursion nach Karlsruhe zur Hochwasservorhersagezentrale und zum Scientific Computing Centre des KIT 			

Qualifikations- und Lernziele:

- Die Studierenden können die Kernaussagen zu einem umweltwissenschaftlichen Thema zusammenfassen und direkt am Objekt im Gelände beschreiben.
- Die Studierenden können Forschungsfragen formulieren und wissen wie diese ethisch korrekt diskutiert und präsentiert werden.
- Die Studierenden sind in der Lage, die gelernten Tools zu verschiedenen Methoden für eine eigene Fragestellung anzuwenden.
- Die Studierenden können mit zeitlich und räumliche Daten arbeiten um Zeitreihen und räumliche Daten analysieren.

Literatur und Arbeitsmaterial:

Mäckel, R. & Metz, B. (1997): Exkursionsführer Schwarzwald und Oberrheintiefland, Freiburger Geographische Hefte 36.

Rosin K. (2016): Einführung in Hydrologie mit R. Leitprogramm.

Ligges U. (2007): Programmieren mit R. Springer-Verlag, Heidelberg. ISBN 3540207279, 9783540207276.

Crawley M. J. (2007): The R Book. Wiley & Sons, New York. ISBN 0470510242, 9780470510247

Balzert,H., Schröder, M.&Schäfer,C., (2022). Wissenschaftliches Arbeiten - Ethik, Inhalt & Form wiss. Arbeiten, Handwerkszeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation, 3. Auflage. DOI: 10.18420/LB-WissArbeiten

Modulnummer		Modulname	
92413		Hydrochemie und Tracerhydrologie	
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 2 jedes SoSe	
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Übungen, Seminar, Versuchsdurchführung	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: hydrologische Grundkenntnisse	Sprache deutsch	
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Klausur			
Modulkoordination: aplProf. Dr. Jens Lange			
Beteiligte Lehrende: aplProf. Dr. Jens Lange, Prof. Dr. Markus Weiler			
Inhalte: <p>In diesem Modul werden Grundlagen zu Umwelttracern (Isotope, Geochemie) und künstlichen Tracern (u.a. Salze, Farbstoffe) in der Hydrologie vermittelt. Dabei werden Methoden zur Interpretation, Versuchsdurchführungen, Beprobungsstrategien und Auswertungen vorgestellt und diskutiert. Das Modul ist in drei Bereiche unterteilt.</p> <p><i>Geochemie:</i> In diesem Teil werden geochemische Daten zur Interpretation von hydrologischem Verhalten verwendet. Dazu gibt es eine Einführung zu den hydro- und geochemischen Grundlagen, deren Interpretation mittels Piper- und Stoffdiagrammen, sowie eine Übersicht über verschiedene geochemische Tracer. Zusätzlich werden weitere anthropogen eingebrachte Umwelttracer wie FCKWs und SF₆, sowie deren Analyse besprochen. Parallel zum theoretischen Teil des Kurses arbeiten die Studierenden an einem eigenen geochemischen Datensatz, den sie interpretieren und mittels einer kurzen Präsentation vorstellen.</p> <p><i>Isotopenhydrologie:</i> Es werden Grundlagen stabiler und radioaktiver Isotope vermittelt. Der Fokus liegt in der Anwendung und Interpretation von Wasserisotopen im hydrologischen Kreislauf sowie deren Isotopenanalytik. Anhand von Beispielen werden Beprobungsmethoden und -strategien sowie mögliche Anwendungen vorgestellt und gemeinsam erarbeitet. Begleitend zur Vorlesung erhalten die Studierenden wissenschaftliche Publikationen, die sie aufarbeiten und im Plenum vortragen.</p> <p><i>Künstliche Tracerhydrologie:</i> Es werden Grundlagen zu künstlichen Tracern (Salze, Farbstoffe, Driftpartikel), deren Eigenschaften und Bestimmungsmethoden vermittelt sowie auf Transportverhalten von Stoffen im hydrologischen Kreislauf eingegangen. An Beispielen wird die Auswahl geeigneter Tracern und spezifische Fragestellungen erarbeitet. Die Planung, Durchführung und Auswertung von Tracerversuchen in der Hydrologie werden besprochen und praktisch im Kurs im Rahmen eines Geländeversuchs mit Fluoreszenz- und Salztracern selbständig durchgeführt, inklusive Analysen im Labor.</p>			
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage, Daten zu natürlichen Tracern (Geochemie, Umweltisotope) auszuwerten. • Studierende können künstlichen Tracerversuche mit mathematischen Modellen analysieren. • Studierende können künstliche Tracerversuche planen, durchführen und auswerten. 			

Literatur und Arbeitsmaterial:

- Clark, I.D. and Fritz, P. (1997). Environmental isotopes in hydrogeology. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Leibundgut, C., Maloszewski, P. and Külls, C. (2009). Tracers in hydrology. West Sussex, UK: Wiley & Sons Ltd.
- Kendall, C. and McDonnell, J.J. (1998). Isotope tracers in catchment hydrology: Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.

Modulnummer Modulname		
92422 Hydrologische Modellierung		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 2 / jedes SoSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Computerübungen, Gruppenarbeit	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Hydrologische Module des 1. Fach- semesters, Kenntnisse in GIS und R	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung: Dokumentation einer hydrologischen Modellanwendung in einem Bericht. (10-15 Seiten)		
Modulkoordination: Dr. Sebastian Gnann		
Beteiligte Lehrende: Dr. Sebastian Gnann		
Inhalte: In diesem Modul werden Grundlagen und Methoden zur Modellierung hydrologischer Systeme eingeführt, einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Modellierung von Umweltsystemen, sowie Skalen- und Modellklassifikation, • Methoden zur Modellkalibrierung, • Methoden zur Sensitivitätsanalyse, • Strategien zur Evaluation von Modellen, • Ansätze zur Quantifizierung der Modellierungsunsicherheiten, • Anwendung von Modellen, z.B. zur Abschätzung von Klimawandelfolgen. Im praktischen Teil des Kurses werden die Studierenden zu je einem Einzugsgebiet verfügbare räumliche Daten aufbereiten, um sie dann in einem hydrologischen Modell zusammen mit Niederschlags-, Abfluss- und Klimadaten anzuwenden. Dabei werden iterativ die im Kurs erlernten Methoden in die Anwendung integriert. Um die Studierenden ebenso auf die Anwendung von Modellen im späteren Berufsleben vorzubereiten, werden Anwendungsbeispiele vorgestellt und diskutiert. Dabei werden Fallbeispiele aus verschiedenen Projekten aus Forschung und Anwendung vorgestellt.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende verstehen wie ein hydrologisches Modell entwickelt, parametrisiert und kalibriert wird. • Studierende können Modellergebnisse kritisch bewerten sowie Modellunzulänglichkeiten diagnostizieren. • Studierende können ein Niederschlags-Abfluss-Modell anwenden, dessen Unsicherheiten und Sensitivitäten bestimmen und die Ergebnisse evaluieren. • Studierende können die Wichtigkeit von Modellierung in Forschung und Anwendung erkennen. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: Beven, K. 2012. Rainfall-Runoff Modelling. Chichester, UK, John Wiley & Sons, Ltd, doi: 10.1002/9781119951001. Wagener, T., Wheeler, H. & Gupta, H.V. 2004. Rainfall–runoff Modelling in Gauged and Ungauged Catchments, doi: 10.1142/p335. Saltelli, A., Ratto, M., Campolongo, F., Cariboni, J. & Gatelli, D. 2008. Global Sensitivity Analysis. The Primer. Beven, K.J. 2009. Environmental Modelling: An Uncertain Future? Oxon, Routledge.		

Modulnummer Modulname 92431 Integrative Modellierung von Hydrosystemen		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 2
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Geländeübung, praktische Übungen am Rechner	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Pflichtmodule des 1. und 2. Fachsemesters	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung		
Modulkoordination: Prof. Dr. K. Stahl		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. R. Watzel, Prof. Dr. K. Stahl		
Inhalte: <p>Das Modul ergänzt und vertieft bisher erlernte Teil-Komponenten zu einer integrativen Modellierung von hydrologischen Systemen. Anhand von Vorlesungen werden Fallbeispiele integrativer Modellierungen behandelt, und damit bisher erlernte und noch fehlende Komponenten eingeordnet. Außerdem werden grundsätzliche Methoden und Ansätze zur Kopplung und Kombination von Modellen besprochen.</p> <p>Studierenden wählen dann ein eigenes (fiktives) Projekt für das sie eine detailliert ausgearbeitete Arbeitsbeschreibung erstellen. Diese umfasst neben der Problemstellung und ihrem Hintergrund insbesondere die Ausarbeitung einer Arbeits- und Modellierungsanleitung (schriftliche Prüfungsleistung). Ziel ist es, also, ein Konzept für die modellbasierte Bearbeitung eines integrativen Anwendungsbeispiels zu erstellen. Dieses soll sich an praktischen "Ausschreibungen" aus dem Bereich der Vulnerabilität von Grundwasser orientieren (quantitativ und qualitativ).</p> <p><i>Das Modul vermittelt deshalb vertieft noch Grundlagen zur Grundwassermodellierung.</i> Dieser Teil beinhaltet die Herleitung und Diskussion der allgemeinen Strömungsgleichung, sowie Grundkenntnisse zu analytischen und numerischen Lösungstechniken. Diesem folgend wird der Fokus auf die Anwendung des Finite-Differenzen-Verfahrens (MODFLOW-Software) auf generische Modellsituationen (unterschiedliche Randbedingungen, Heterogenität und Anisotropie, unterschiedliche Aquifer-Spannungszustände, stationäre und instationäre Strömung, 2D- und 3D-Betrachtungen) gesetzt. Parallel wird ein regionales Grundwasserströmungsmodells aufgebaut. Danach werden die gängigsten <i>numerischen Lösungsverfahren</i> zum Stoff- und Wärmetransport hergeleitet und auf generische Modellsituationen (unterschiedliche Randbedingungen, stationäre und instationäre Strömungs- und Transportbetrachtungen, 2D- und 3D-Betrachtungen) angewendet. Schließlich wird ein regionales Stofftransportmodell aufgebaut, kalibriert und validiert.</p>		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende kennen verschiedene Modelle und Modellkomponenten im Bereich Hydrologie, Hydrogeologie und Wasserqualität und können deren Verwendung konkreten Fragestellungen zuordnen • Studierende können ein integratives Modellkonzept für eine bestimmte Fragestellung erstellen und notwendige Komponenten dafür recherchieren • Zum Fokus Grundwasser können Studierende <ul style="list-style-type: none"> ○ ihr Wissen in numerische Grundwasserströmungsmodelle implementieren. 		

- ein hydrogeologisches Konzeptmodell im regionalen Maßstab aufbauen.
- numerische Modellierungstechniken auf Basisniveau anwenden.
- Studierende können Modellierungsergebnisse kritisch beurteilen und mit Ergebnissen anderer Verfahren vergleichen.
- Studierende üben das Erstellen und Ausformulieren einer konkreten Arbeitsanleitung für ein fiktives Projekt

Literatur und Arbeitsmaterial

- Appelo, C.A.J. & Postma D. (1996) Geochemistry, groundwater and pollution. Balkema, 536 p., 1st edition
- Merkel, B., Planer-Friedrich, B. (2008) Groundwater geochemistry. Springer, 230 p., 2nd edition

Modulnummer Modulname		
92450 Geländekurs: Messmethoden und Exkursion		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus: 2 / jedes SoSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesung, Seminar, Praktische Geländeübungen, Exkursion	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Hydrologische Module aus dem 1. und 2. Fachsemester	Sprache: deutsch
Studienleistung: Feldprotokoll über aufgenommene Daten beim Geländepraktikum (15-20 Seiten).		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (120h)
Prüfungsleistung: keine		ECTS: 5 SWS: 4
Modulkoordination: Prof. Dr. Markus Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Markus Weiler, Prof. Dr. Kerstin Stahl, aplProf. Dr. Jens Lange		
Inhalte: <i>Im ersten Modulteil</i> werden verschiedene hydrologische Messverfahren gelehrt und von den Studierenden eigenhändig im Gelände angewendet, um alle Komponenten des Wasserkreislaufs genau zu erfassen. Diese beinhalten: Niederschlag, Luftfeuchte, Strahlung und Windgeschwindigkeit am Punkt, Variabilität von Wassertemperatur und Fließgeschwindigkeit, Infiltration und Perkolations in der ungesättigten Bodenzone, räumliche Variabilität der Bodenfeuchte, Messung des Abflusses in verschiedenen großen Gerinnen, Ermittlung von Oberflächen-Grundwasser-Interaktion mittels Tracerverfahren. <i>Der zweite Modulteil</i> besteht aus vier Tagesexkursionen in der Umgebung von Freiburg und aus einer mehrtägigen Alpenexkursion in welcher exemplarisch folgende Themenbereiche vor Ort von Fachleuten vorgestellt und diskutiert werden: Hydrologisches Forschungseinzugsgebiete, alpine Hydrogeologie, Massentransport, fluviale Geomorphologie, Wasserkraft, Wasserbau, Glaziologie, Permafrost, Gewässerökologie, Bewässerung, Naturgefahren, Alpine Hydrologie, Abflussbildung, Hochwasser, Naturkatastrophen, Geschiebetransport, Feuchtgebiete und Moore, Abflussmessstation, Auen, Geschiebe, Wasserbau in Versuchshallen, Wasserversorgung.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können die wichtigsten Geräte hydrologischer Messtechnik anwenden. • Studierende können gemessene Daten auswerten und interpretieren. • Studierende können Fragestellungen und Prozesse im Gelände erkennen und bewerten. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: Skript zur Geländearbeit und Exkursionsmaterial wird bei Veranstaltungsbeginn zur Verfügung gestellt.		

Modulnummer Modulname		
92981 Hochwassermanagement und -Modellierung		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesung, praktische Übung am Rechner, Geländeübungen, Gruppenarbeit	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Module zur hydrologischen Modellierung und Hydraulik	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung: Handout (10S) zu Themenfeld Hochwasserschutz sowie Präsentation des Handouts und Praxisarbeit		
Modulkoordination: Prof. Dr. M. Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. M. Weiler, Dr. Andreas Hänsler, Andreas Steinbrich, Peter Neff, und weitere Experten		
Inhalte: Das Modul ist generell in zwei Schwerpunktsbereiche aufgeteilt. In dem einen Bereich sollen die theoretischen Grundlagen des Hochwasserschutzes auf verschiedenen Raum/Zeitskalen anhand verschiedenen Themenbereiche erarbeitet werden. Hierfür werden vier übergeordnete Themenkomplexe des klassischen Hochwasserschutzes im Fokus stehen. Ziel ist es, dass die Teilnehmenden in Kleingruppen die Hintergründe der entsprechenden Themen selbstständig erarbeiten und anhand eines Handouts sowie einer kurzen Präsentation das Thema fachlich ausarbeiten. Zum Präsentationstermin wird das jeweilige Thema dann mit externen ExpertInnen vertieft werden. Der zweite Schwerpunkt des Kurses liegt in einer den Kurs begleitenden Projektarbeit, die auch wieder in Kleingruppen durchgeführt wird. In diesem Kursteil wird ein in der kürzeren Vergangenheit eingetretenes pluviales Hochwasserereignis datentechnisch aufbereitet und hinsichtlich eines Starkregenrisikomanagements analysiert. Dies bedeutet, dass die Studierenden selbstständig Analysen von Niederschlagsdaten (Station und Radar) und hydrologischen bzw. hydraulischen Modellsimulationen durchführen werden. Schwerpunkt soll auf der Verifikation der Ergebnisse mit den real aufgetretenen Überflutungen liegen. Dementsprechend gehören auch Aufnahme von Schäden vor Ort und deren Einordnung in z.B. bestehende Starkregenrisikostراتيجien. Die Erkenntnisse aus der Projektarbeit sollen ebenfalls in einer Präsentation am Ende des Semesters zusammengefasst und dokumentiert werden. Um die theoretischen & praktischen Grundlagen für die Projektarbeit zu garantieren, wird es zu Beginn des Kurses entsprechende Einführungsveranstaltungen geben.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Daten hydrologischer und hydraulischer Modelle nutzen und aufbereiten. • Studierende können Niederschlagsradar-daten nutzen und aufbereiten • Studierende können kritisch mit Daten umgehen, die einer natürlichen Variabilität unterliegen, insbesondere im Kontext empirischer Berechnungsansätze. • Studierende können sich eigenständig in einen Themenbereich einarbeiten und diesen in einem strukturierten Bericht aufbereiten • Studierende können in kurzen Präsentationen fachlich korrekt die zentralen Punkte ausführlicherer Studien bzw. Projektarbeiten kommunizieren 		
Literatur und Arbeitsmaterial: Vorlesungsfolien und Software wird im Rahmen der Veranstaltung bereitgestellt.		

Modulnummer Modulname		
64115 Schadstoffe im Wasserkreislauf		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Geländeübung, Laborübung	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: keine	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz):	
Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung: Prüfungsgespräch (20 Minuten)	150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: aplProf. Dr. Jens Lange		
Beteiligte Lehrende: aplProf. Dr. Jens Lange, aplProf. Dr. Johannes Ranke + Gäste		
Inhalt: Eine Vielzahl von Stoffen kann durch moderne Analytik in verschiedenen Umweltkompartimenten bis in Konzentrationsbereiche von Mikrogramm oder sogar Nanogramm pro Liter nachgewiesen werden. Diese sogenannten "Mikroschadstoffe" stammen aus den Stoffgruppen der Schwermetalle, Arzneimittel, Pflanzenschutzmittel, Biozide sowie von anderen REACH-Chemikalien und können bereits in sehr geringen Konzentrationen schädliche Auswirkungen auf Menschen und Umwelt haben. In diesem Modul werden verschiedene Arten von Mikroschadstoffe vorgestellt und es wird erläutert, wie Probenahme und Laboranalyse für diese Stoffgruppe durchgeführt werden müssen. Zusätzlich werden Verfahren bei Stoffzulassung und Verbot vorgestellt und diskutiert. Nach einer theoretischen Einführung führen Studierende ein eigenes Projekt durch, um die Konzentrationen ausgewählter Pestizide in der Umwelt zu bestimmen. Zu diesem Zweck werden Umweltproben im Gelände gesammelt und im Labor aufbereitet. Schlussendlich werden die Ergebnisse einer GC-MS-Analyse ausgewertet und interpretiert. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Ermittlung von Nachweis- und Bestimmungsgrenzen gelegt. Ein zweiter praktischer Teil wendet gängige Modelle für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln an.		
Qualifikations- und Lernziele:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Grundlagen zur Herkunft und zum Umweltverhalten von Mikroverunreinigungen reproduzieren und erläutern. • Studierende können verschiedene Umweltkompartimente hinsichtlich Mikroschadstoffbelastung beproben. • Studierende können Techniken zur Laboranalyse von Mikroschadstoffen (Probenvorbereitung, Probenanalyse) anwenden und die Ergebnisse im Licht von Nachweis- und Bestimmungsgrenzen interpretieren. • Studierende können Simulationsmodelle anwenden, die bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln angewendet werden. 		
Literatur und Arbeitsmaterial:		
<ul style="list-style-type: none"> • Literatur und Arbeitsmaterial wird beim Kurs gestellt 		

Modulnummer Modulname		
92983 Hydraulik und Sedimenttransport		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Übungen, Exkursion	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Grundkenntnisse in Mechanik und höherer Mathematik	Sprache deutsch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4
Prüfungsleistung: Klausur + schriftliche Ausarbeitung		
Modulkoordination: Dr. T. Wenka		
Beteiligte Lehrende: Dr. T. Wenka, Lukas Warken		
Inhalte: <p>In ersten Teil werden die Grundlagen der Fließgewässerhydraulik, des Sedimenttransports und des Wasserbaus vermittelt, so dass ein prinzipielles Verständnis der hydraulischen Grundlagen von Strömung und Sedimenttransport in Fließgewässern und deren Umsetzung im Wasserbau erhalten wird.</p> <p>Die diesbezüglichen Ansätze und grundlegenden Berechnungsmethoden werden in den Vorlesungen ansatzweise hergeleitet und hinsichtlich ihrer Zusammenhänge und Relevanz erläutert. Anhand von Übungen werden typische Lösungsansätze vermittelt, um den Teilnehmern eine eigenständige Erarbeitung typischer Problemstellungen der Fließgewässerhydraulik und des Wasserbaus zu ermöglichen.</p> <p>Im zweiten Modulteil wird an einem Abschnitt der Dreisam von den Studierenden exemplarisch die Möglichkeit geprüft, die Flussdeiche in ihrer Lage zurückzunehmen und den Fluss aufzuweiten. Dadurch würden in der Projektstrecke morphodynamische Prozesse angestoßen, die zu einer größeren Strukturvielfalt in Form eines verzweigten Gerinnes mit Kiesbänken und einer variablen Uferlinie führen könnten. Die Auswirkungen einer Deichrückverlegung auf den Hochwasserschutz sind im Projekt <i>unter Verwendung eines 2-dimensionalen, hydrodynamisch-numerischen Modells</i> ebenso zu prüfen wie die Notwendigkeit, ergänzender wasserbaulicher Maßnahmen zum Schutz der Hochwasserschutzdeiche gegen Erosion. Die Basis für die durchzuführenden Untersuchungen liefern Feldmessungen, bei denen die Studierenden unter anderem die Gewässergeometrie vermessen und die Kornverteilung der Gewässersohle mit Hilfe von Linienproben aufnehmen. Diese Daten finden anschließend Eingang in hydraulische Berechnungen und flussmorphologischen Betrachtungen zur Dimensionierung der Flussaufweitung. Ob die gewünschte Funktion einer Flussaufweitung langfristig gegeben wäre, wird unter anderem über die Abschätzung des Geschiebeeintrags in die Strecke geprüft.</p>		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Grundlagen der technischen Hydromechanik und Fließgewässerhydraulik wiedergeben und erläutern. • Studierende können grundlegende Methoden und Techniken des Sedimenttransports und des Wasserbaus wiedergeben und erläutern. • Studierende sind befähigt, eigenständige Lösungen zu typischen Problemstellungen des Wasserbaus und der Fließgewässerhydraulik zu entwickeln. • Studierende können flussmorphologische Feldmessungen selbstständig durchführen. • Studierende können 2D-hydrodynamisch-numerische-Modelle aufbauen und betreiben, sowie deren Ergebnisse interpretieren. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: Skriptum, Vorlesungs- und Übungsunterlagen werden bei der Veranstaltung bereitgestellt.		

Modulnummer Modulname		
92924 Ökohydrologie / Ecohydrology		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umwelt- + Forstwiss.	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Praktische Laborarbeit, Vorlesung	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: keine	Sprache: englisch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4
Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) (50%), Mündliche Präsentation: wissenschaftlicher Vortrag (20 Minuten) zu Experimenten (50%).		
Modulkoordination: Prof. Dr. Christiane Werner		
Beteiligte Lehrende: PD Dr. Ralf Kiese, PD Dr. Jürgen Kreuzwieser, Prof. Dr. Christiane Werner		
Inhalte <p>In diesem Modul sollen Wechselwirkungen von Pflanzenbeständen und dem ökosystemaren Wasserhaushalt untersucht werden. Dies umfasst das umfassende Verständnis der Kontrollmechanismen des pflanzlichen Wasserhaushaltes in Bezug auf Wasseraufnahme, internem Transport und Transpiration. Hierbei steht sowohl die Untersuchung der Bodenwasserverfügbarkeit für Pflanzen als auch der Vegetationseinfluss auf hydrologische Prozesse im Vordergrund. Das Modul gliedert sich dabei in drei zusammenhängende Teile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Exkursion:</i> Im Rahmen von Exkursionen werden die Studierenden aktuelle Forschungsprojekte zum Thema „Wasser-, Kohlenstoff- und Nährstoffflüsse in Wäldern“ kennenlernen und wichtige Techniken und Messverfahren der Ökohydrologie erlernen. • <i>Praktische Versuche zum Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf den pflanzlichen Wasserhaushalt und der Bedeutung pflanzlicher Wassernutzung für die gesamt Ökosystem Wassernutzung:</i> In diesem Teil des Moduls werden die Studierende unter Anleitung einen Versuch zur Untersuchung der Regulation des pflanzlichen Wasserhaushaltes in Abhängigkeit verschiedener Wasserverfügbarkeiten entwickeln und durchführen. Sie werden wichtige pflanzenphysiologische Methoden wie Gaswechsel, Wasserpotentialmessungen und Isotopenanalytik erlernen und selbständig anwenden. Ziel des Versuches ist das Verständnis der Verknüpfung pflanzenphysiologischer und hydrologischer Wechselwirkungen. • <i>Modellierung des ökosystemaren Wasserkreislaufs:</i> In diesem Modulteil werden die Studierende die wichtigsten ökohydrologischen Modellieransätze kennenlernen. Weiterhin werden die während der Exkursion gewonnenen Daten zur Validierung eines Ökosystemmodells herangezogen und der Wasserkreislauf exemplarisch modelliert. 		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Grundlagenwissen zum Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf Pflanzen und Ökosystemen sowie zur Wirkung von Vegetation auf den Wasserkreislauf reproduzieren. • Studierende können moderne und klassische Techniken zur Bestimmung von Pflanzenwasserstatus und Wasserflüssen in Ökosystemen anwenden. • Studierende können eigene Experimente zum Pflanzenwasserstatus planen, durchführen, bewerten und präsentieren. 		
Literatur und Arbeitsmaterial Wird bei der Veranstaltung bereitgestellt.		

Modulnummer		Modulname	
92952		Bodenphysik	
Verwendbarkeit: M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)		Fachsemester / Turnus: 3 jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesung, praktische Übungen, Laborarbeit	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung:		Sprache: deutsch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4	
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung: Praktikumsprotokoll (5-10 Seiten)			
Modulkoordination: PD Dr. H. Schack-Kirchner			
Beteiligte Lehrende: PD Dr. H. Schack-Kirchner, n.n.			
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungsdesign und Technik der Bodenprobennahme (Geländeübung findet bereits Ende Oktober im Rahmen des hydrologischen Eingangsprojekts statt; Interessierte Forst- bzw. Umweltwissenschaftler bitte rechtzeitig Kontakt mit dem Modulkoordinator aufnehmen) • Stellung der Bodenphysik im Umfeld Bodenschutz, Hydrologie und Standortkunde • Definition bodenphysikalischer Untersuchungsgegenstände • Genese, Morphologie und Funktion der Bodenstruktur • Theorie und Praxis bodenphysikalischer Standardmethoden: Durchführung eines kompletten Analysegangs (pF-Kurve, Porosität, luftgefülltes Porenvolumen, Lagerungsdichte, Textur, Wasserleitfähigkeit, Gasdiffusivität, intrinsische Permeabilität) • Beurteilung der Messgenauigkeit und Kalibrierungsfragen bei der Messung der Bodenfeuchte und des Wasserpotentials (thermogravimetrisch, frequency domain, time domain reflectometry, Tensiometrie, Matrix Sensoren) • Gashaushalt von Böden • Lösung von partiellen Differentialgleichungen (Wärme-/Wassertransport) mit finiten Differenzen in R 			
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können bodenphysikalische Zusammenhänge auf akademischem Niveau erläutern. • Studierende können bodenphysikalische Analysen durchführen und organisieren. • Studierende können bodenphysikalische Datenbestände beurteilen. • Studierende können einfache bodenphysikalische Modelle zur Problemlösung entwickeln. • Studierende können Grenzen bodenphysikalischer Laborergebnisse in der Hierarchie terrestrischer Ökosysteme einordnen. 			
Literatur und Arbeitsmaterial: <ul style="list-style-type: none"> • Hartge & Horn (2009): Die physikalische Untersuchung von Böden • Hillel (1998): Environmental Soil Physics • Dirksen (1999): Soil Physics Measurements 			

Modulnummer Modulname 92926 Global Groundwater Agricultural Nexus		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Environmental Sciences M.Sc. Environmental Governance	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Gruppendiskussionen, Exkursionen	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: keine	Sprache: englisch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h)	
Prüfungsleistung: Vortrag (20 min) über die Situation in einer bestimmten Region.	ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: Prof. Dr. Thomas Harter		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Thomas Harter		
Inhalt: Viele der produktivsten Grundwasseraquifere der Welt sind eng mit landwirtschaftlichen Aktivitäten verbunden. Daher vermittelt dieses Modul das Grundwissen, um Grundwasserressourcen in landwirtschaftlichen Regionen zu verstehen und nachhaltig zu bewirtschaften. Es bietet zunächst einen Überblick über die globale Geographie der Landwirtschaft und des Grundwassers und führt danach in die Grundwasserdynamik von landwirtschaftlichen Regionen ein. Danach werden Grundlagen der Gesetzgebung für die landwirtschaftliche Grundwasserbewirtschaftung, vor allem in Bezug auf die Menge und die Gewinnung von Grundwasser behandelt. Anschließend werden Fragen der Grundwasserqualität in landwirtschaftlichen Gebieten mit besonderem Schwerpunkt auf Tierhaltung und Düngewirtschaftung erörtert. Im Modul wird auch behandelt, wie die Verschmutzung des Grundwassers durch diffuse Quellen bewertet und wie die Qualität des Grundwassers in landwirtschaftlichen Regionen überwacht und reguliert werden kann. Dann wird Raum für die Behandlung der Oberflächen-Grundwasser-Interaktion in der Landwirtschaft gegeben und wie beide zusammen genutzt werden können. Schließlich werden Lebensunterhalt und Umweltgerechtigkeit in grundwasserabhängigen landwirtschaftlichen Regionen behandelt. Das Modul besteht aus Vorlesungen und Gruppenarbeiten. Ein oder zwei Tagesexkursionen sind ebenfalls enthalten.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können den Zusammenhang zwischen Grundwasserbewirtschaftung und landwirtschaftlicher Nutzung einschätzen und reproduzieren. • Studierende können verschiedene Werkzeuge der Grundwasserbewirtschaftung anwenden (z.B. im Bereich von Modellierung und Geländeaufnahme). • Studierende können die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen im Bereich der Grundwasserbewirtschaftung einschätzen und reproduzieren. • Studierende können eine hypothetische Beratung im Bereich landwirtschaftlicher Grundwasserbewirtschaftung durchführen. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: <ul style="list-style-type: none"> • Groundwater in Agriculture, 2009 • California SBX2 1 Study on Nitrate in Drinking Water • California Nitrogen Assessment (NA), US NA, EU NA • Wissenschaftliche Artikel werden vom Kursleiter bereitgestellt. 		

Modulnummer Modulname 10LE07V- Water in Drylands M.13010		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Lectures, practical exercises	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Basics in hydrology	Sprache: englisch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h)	
Prüfungsleistung: 4 practical exercises + oral exam (20 minutes)	ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: ^{apl} Prof. Dr. Jens Lange		
Beteiligte Lehrende: ^{apl} Prof. Dr. Jens Lange		
Inhalte: <p>This course explains the specific hydrological characteristics of dry regions and exemplifies water management using case studies with real data.</p> <p>In a first theoretical part, the components of the water balance are explained. Dry areas are defined by climatological indices, precipitation and evaporation are characterized. A first exercise determines the aridity of specific locations using real data. This includes both absolute quantities and variability across the years. A second exercise determines potential evaporation using different approximation methods. Results are evaluated depending on the available data. Then runoff generation is explained in detail and common estimation methods for runoff generation are presented. Afterwards, the water balance of dry regions is evaluated using examples of measured soil moisture data. For these data sets, a simple water balance model is developed and applied. Thereby, direct recharge is determined. For groundwater recharge also other estimation methods are introduced. Those include the chloride method and transmission losses in wadi systems which can also be estimated with the help of empirical estimation methods. Finally, water balances of aquifer systems are presented and exemplified by case studies of stressed (transboundary) systems.</p> <p>In the second management part, traditional (historical) irrigation concepts (rainwater harvesting) are compared with new irrigation techniques including sustainability aspects, application areas and possible salinization hazards. Roof water harvesting potentials and possible usages are outlined using estimation models and water quality data. In a fourth exercise, amounts of roof harvested water are assessed by empirical equations and by a simple data-driven model.</p>		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Students know specific hydrological features of drylands. • Students can apply aridity indices to characterize drylands. • Students know the best methods to estimate runoff generation, groundwater recharge and potential evaporation in dry regions, can apply them and evaluate their results. • Students know under which preconditions irrigation is meaningful in a specific region and which techniques are most sustainable. • Students can estimate potentials of roof water harvesting. 		
Literatur und Arbeitsmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Simmers, I. (2003): Understanding Water in a Dry Environment, Balkema 		

Modulnummer Modulname Natural Hazards		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie M.Sc. Environmental Sciences M.Sc. Geowissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung:	Sprache: englisch
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h)	
Prüfungsleistung: Portfolio (annotated bibliography, presentation)	ECTS: 5 SWS: 4	
Modulkoordination: Prof. Dr. Marc Hanewinkel ,Prof. Dr. Kerstin Stahl, Prof. Dr. Frank Preusser		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Marc Hanewinkel ,Prof. Dr. Kerstin Stahl, Prof. Dr. Frank Preusser		
Inhalte: The multi-disciplinary module initially provides an overview over natural hazards and their risks. Detailed lectures then introduce processes and impacts of climatological, hydrological and geological hazards. Examples of lectures include storms, heatwaves, floods, droughts, earthquakes, tsunamies, landslides, among others. A field trip elaborates the management of a storm-impacted forest. Students investigate a particular hazard case study in detail and present this to the group.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Students understand the processes leading to natural hazards • Students know the impacts hazards have • Students can find literature on scientific (re-)analyses of particular hazard case studies • Students practice synthesis and presentation of natural hazard science 		
Literatur und Arbeitsmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Provided on the course website 		

Modulnummer Modulname 92982 Wasserpolitik und Wasserrecht		
Verwendbarkeit: M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften M.Sc. Hydrologie M.Sc. Geographie des Globalen Wandels	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Vorlesungen, Gruppenarbeit, Exkursionen zu Anlagen der Wasserversorgung	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Hydrologie-Module und Grundkenntnisse der Umweltpolitik hilfreich, aber nicht zwingend	Sprache: Deutsch
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung (40%) Mündliche Präsentation: Posterpräsentation (60%)		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (60h) ECTS: 5 SWS: 4
Modulkoordination Dr. Sylvia Kruse		
Beteiligte Lehrende Dr. Sylvia Kruse, Prof. Cathrin Zengerling		
Inhalte Das Modul führt ein in Konzepte der Wasserpolitik, nationale und internationalen Regelungsansätze, Ursachen und Lösungsansätze für Wasserprobleme und Wasserkonflikte. Im Bereich Wasserrecht findet ein Überblick über relevante rechtliche Regelungen, inklusive Einführung und Grundzüge WHG und LWG, EG-Richtlinien, Zuständigkeiten, Föderalismus, Berücksichtigung des Aquatischen Naturschutzes in der Nutzungsplanung sowie Planfeststellung und Raumordnungsverfahren statt. Im Bereich der Wasserversorgung wird in Struktur, Aufgaben, Begriffe und Planungsgrundsätze der Wasserversorgung eingeführt sowie in die Gebiete Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, -verteilung, Qualitätssicherung. Es finden Exkursionen zu den Grundwasserwerken Freiburg und/oder Quellwasserwerke Freiburg. Die Modul Inhalte werden an ausgewählten Fallstudien und Fachfragen vertieft.		
Qualifikations- und Lernziele Das Modul vermittelt Grundlagen in Wasserpolitik und Wasserrecht sowie deren Umsetzung in der Wasserversorgung. <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die wichtigsten Konfliktfelder und Regelungsansätze der Wasserpolitik sowie geeignete Analyseansätzen; • Die Studierenden kennen die wichtigsten rechtlichen Regelungen des Wasserrechts. • Die Studierenden haben ein Verständnis der Struktur und Aufgaben der Wasserversorgung sowie der wichtigsten zukünftigen Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung. • Sie können politische Prozesse, rechtliche Streitfälle und Herausforderungen der Wasserversorgung analysieren. • Die Studierenden können eigene Vorstellungen und Vorschläge zur politischen Steuerung von Wasserkonflikte, zur Beurteilung rechtlicher Streitfällen und zu zukünftigen Herausforderungen der Wasserversorgung entwickeln und vertreten. 		
Literatur und Arbeitsmaterial Literatur und Arbeitsmaterial wird rechtzeitig mitgeteilt bzw. auf Ilias bereitgestellt.		

Modulnummer Modulname Hydrologische Forschung		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus: 3 / jedes WiSe
Lehrformen (Veranstaltungsart): Seminar zum Forschungskolloquium	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: Sämtliche Pflichtmodule des Masters Hydrologie	Sprache: deutsch
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 150h (30h) ECTS: 5 SWS: 2
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung: Fragebögen, Literaturrecherche mithilfe von KI, Darlegung des Forschungsstands zu einem Vortragsthema		
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Kerstin Stahl		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Kerstin Stahl Dr. Sebastian Gnann Dr. Robin Schwemmler		
Inhalte: Dieses Modul dient der forschungsorientierten Vertiefung von Wissen und Fachwissen im Bereich der Hydrologie. Das Modul ist vorbereitend und/oder begleitend zur Masterarbeit konzipiert und besteht aus mehreren Komponenten. Die Studierenden besuchen mindestens 8 ausgewählte Forschungsvorträge, z.B. im Kolloquium "Wasser-Boden-Luft" und/oder andere stattfindende Seminare oder Webinare (eine vorherige Absprache wird vorausgesetzt). Die Studierenden nehmen aktiv an der wissenschaftlichen Diskussion teil und reichen nach jedem Vortrag einen ausgefüllten Fragebogen ein, der 25% der Prüfungsleistung des Moduls darstellt. Zusätzlich wählen die Studierenden ein Thema aus den besuchten Vorträgen aus und erstellen hierzu zwei schriftliche Ausarbeitungen. Zum einen soll mit Hilfe von generativer künstlicher Intelligenz (KI) Literatur gesammelt und zusammengefasst werden und die Ergebnisse anschließend kritisch diskutiert werden. Diese Ausarbeitung stellt 25% der Prüfungsleistung des Moduls dar. Zum anderen fassen die Studierenden selbstständig den aktuellen Forschungsstand und die Arbeiten des/der Vortragenden zu diesem Thema in Form eines wissenschaftlichen Berichts zusammen. Diese Ausarbeitung stellt 50% der Prüfungsleistung des Moduls dar.		
Qualifikations- und Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Publikationen zu einem Thema finden und sichten. • Studierende können Kernaussagen aus einem wissenschaftlichen Vortrag erfassen und zusammenfassen. • Studierende können einen wissenschaftlichen Bericht erstellen. • Studierende können Hypothesen und Forschungsfragen aufstellen. • Studierende können Vor- und Nachteile generativer KI für die Literaturrecherche einschätzen. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: Präsentationsfolien der Vortragenden werden individuell bereitgestellt.		

Modulnummer Modulname 6900 Berufspraktikum		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht	Fachsemester / Turnus: 2 oder 3 / jedes Semester
Lehrformen (Veranstaltungsart): Betriebliche Tätigkeit	Empfohlene Teilnahmevoraussetzung: keine	Sprache: Nach Absprache
Studienleistung: keine		Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 300h (275h) ECTS: 10 SWS: 18
Prüfungsleistung: Arbeitsbestätigung des Betriebs		
Modulkoordination: apl Prof. Dr. Jens Lange, Fachstudienberater Hydrologie		
Beteiligte Lehrende: entfällt		
Inhalt: Die Tätigkeit im Betrieb soll einen Einblick in mögliche Berufsfelder bieten. Die Inhalte sind individuell und ergeben sich aus dem jeweiligen betrieblichen Umfeld. Ausbildende Stellen für das Praktikum sind Einrichtungen, deren Tätigkeitsfeld in einem inhaltlichen Zusammenhang mit dem Fach Hydrologie stehen und die von einer Person, die einen Hochschulabschluss besitzt, geleitet werden. Forschungseinrichtungen der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg sind nicht als Praktikumsstellen wählbar. Das Praktikum kann im In- und Ausland abgeleistet werden. Die Dauer des Praktikums beträgt mindestens sieben Wochen (275 Arbeitsstunden). Der Aufwand für Vor- und Nachbereitung (Stellensuche, Vorstellung, individuelle Vorbereitung auf die Anforderungen an der Arbeitsstelle, ggf. Praktikumsbericht für Praktikumsstelle etc.) ist im ECTS-Workload mit 25 Stunden berücksichtigt.		
Qualifikations- und Lernziele: Das studienbegleitende Praktikum soll einen ausschnittweisen Einblick in potenzielle Berufsfelder bieten; dies geschieht in allen Bereichen vorwiegend durch praktische Mitarbeit. <ul style="list-style-type: none"> • Neben einem fachlichen Überblick sollen vor allem typische Erfahrungen mit betrieblichen Arbeitsprozessen sowie dem mitmenschlichen Umgang untereinander gewonnen werden. • Die Arbeit soll Einblicke in die täglichen Arbeitsabläufe der Praktikumsstelle bieten („Alltagserfahrungen“). Aber auch Strukturen innerhalb der Einrichtung sowie die Verknüpfungen mit externen Systemen sollen kennen gelernt werden. • Darüber hinaus sollen die bereits erworbenen Fachkenntnisse aus dem Studium in der Praxis vertieft und in einem gewissen Umfang angewandt werden. 		
Literatur und Arbeitsmaterial: entfällt		

Modulnummer Modulname 8000 Masterarbeit		
Verwendbarkeit: M.Sc. Hydrologie	Pflicht	Fachsemester / Turnus: 4 / jedes Semester
Lehrformen (Veranstaltungsart): Angeleitete Eigenarbeit, Beratungsgespräch	Teilnahmevoraussetzung: Module im Umfang von 70 ECTS im M.Sc. Hydrologie	Sprache: Nach Absprache
Studienleistung: keine	Arbeitsaufwand (davon Präsenz): 750h (0h)	
Prüfungsleistung: Schriftliche Ausarbeitung	ECTS: 30 SWS: -	
Modulkoordination: Prüfer/innen in den hydrologischen Professuren, individuelle Betreuung/Anleitung in Abhängigkeit von der Themenstellung.		
Beteiligte Lehrende: Individuelle Betreuung in Abhängigkeit von der Themenstellung.		
Inhalt: Die Inhalte richten sich nach Themenvorgaben und individuellen Interessen der Studierenden. Grundsätzlich sind Masterarbeiten in laufende forschungs- oder anwendungsorientierte Projekte eingebunden und bearbeiten einen Teilaspekt. Aktuelle Themen an den hydrologischen Professuren werden hierbei im Rahmen einer Informationsveranstaltung im Laufe eines jeden Wintersemesters vorgestellt. In Einzelfällen können auch von den Studierenden vorgeschlagene Themen mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin individuell abgestimmt werden.		
Qualifikations- und Lernziele: Konzeption, Umsetzung und Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit in einer fest definierten Zeitspanne.		
Literatur und Arbeitsmaterial: Wird bei Bedarf individuell durch den Betreuer bzw. die Betreuerin bereitgestellt.		

3 Raumpläne

Die Lehrveranstaltungen der Pflichtmodule und der hydrologischen Wahlpflichtmodule finden i.d.R. in den Seminar- und Übungsräumen der Hydrologie in der Stefan-Maier-Str. 31a statt.

Die Lehrveranstaltungen der allgemeinen Wahlpflichtmodule finden im „Herderbau“ statt: Tennenbacher Str. 4, 79106 Freiburg.

4 Ansprechpartner

Funktion	Name	Kontakt
Studiendekanin	Prof. Dr. Annika Mattisek	0761/203-3565 annika.mattisek@geographie.uni-freiburg.de
Studiengangleitung	Prof. Dr. Markus Weiler	0761/203-3530 markus.weiler@hydro.uni-freiburg.de
Studiengangkoordination	apl Prof. Dr. Jens Lange	0761/203-3546 jens.lange@hydro.uni-freiburg.de
Studienberater	apl Prof. Dr. Jens Lange	0761/203-3546 jens.lange@hydro.uni-freiburg.de
Prüfungsamt	Silke de Boer	0761/203-8610 silke.deboer@unr.uni-freiburg.de