

Modulhandbuch

Master of Science Hydrologie

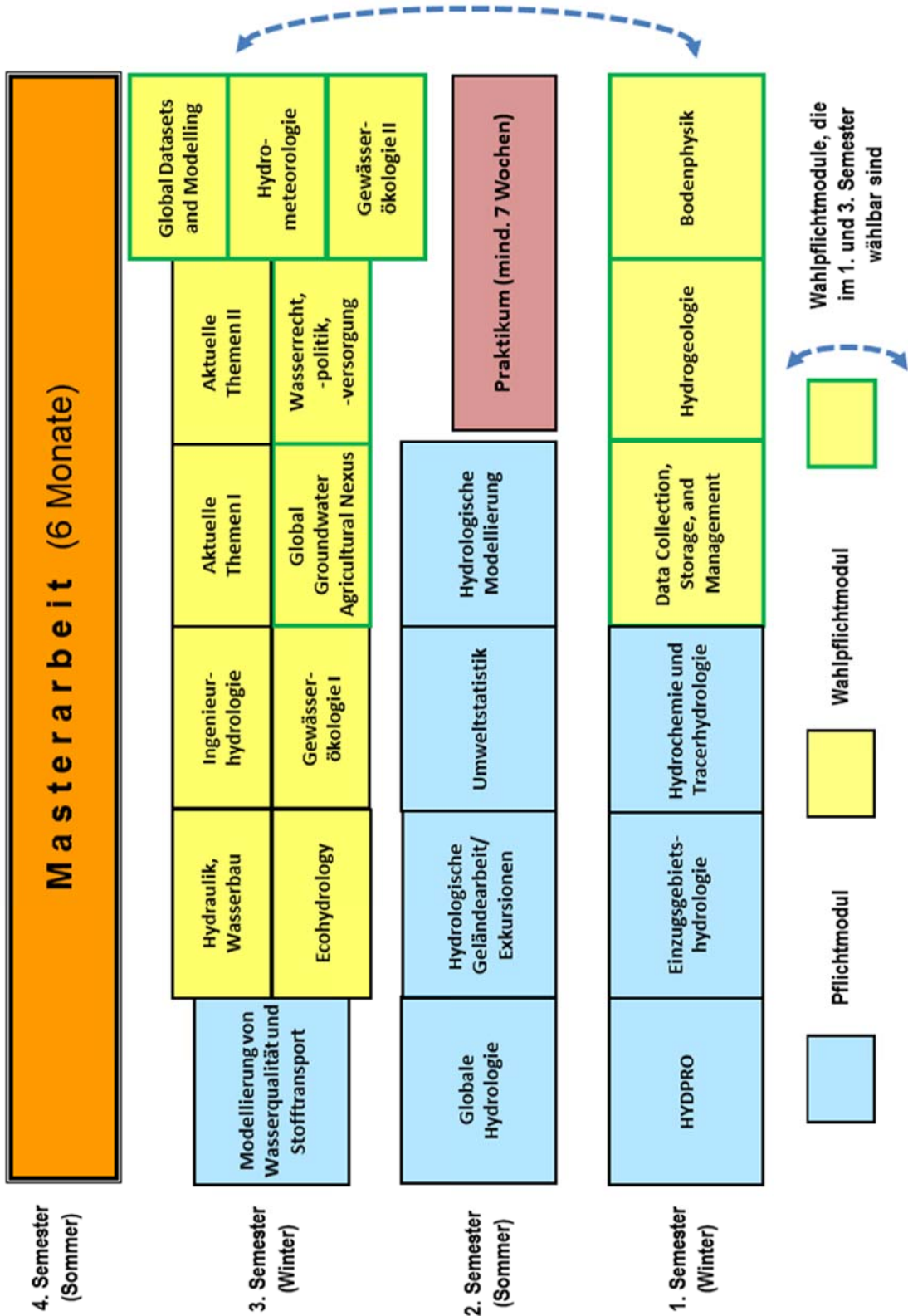
Stand:
Wintersemester 2017/18

Fakultät für Umwelt und
Natürliche Ressourcen



HYDR**LOGY**

Studienplan Master of Science Hydrologie



Modulnummer 92411	Modulname HYDPRO	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 1 jedes WiSe
Lehrform Exkursion, Vorlesungen, Übungsaufgaben, praktische Übungen am Rechner,	Teilnahmevoraussetzung keine	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Vortrag während der Exkursion, Bericht (Auswertungen mit R und Beschreibungen)		ECTS-LP (Workload) (150 h, davon 70 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: apl Prof. Dr. Jens Lange		
Weitere beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Kerstin Stahl, Dr. Klemens Rosin, PD Dr. Helmer Schack-Kirchner		
Inhalte <p><i>Einführende Geländeexkursion:</i> In der ersten Woche 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.</p> <p><i>Grundlagen hydrologischer Forschung:</i> Im Master-Studium kommen Forschungsmethoden zum Einsatz, wird viel Literatur aus der Forschung verwendet und die Masterarbeit soll eine Forschungskomponente haben. Zur Vorbereitung darauf vermittelt dieser Teil die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens mit Vorlesungen und Gruppenübungen zu Themen wie Forschungsdesign und –philosophie, der Kommunikation von Ergebnissen, sowie der Forschungsethik.</p> <p><i>Statistik und „R“:</i> Im Statistik-Teil werden Grundkonzepte der Statistik vorgestellt und angewendet. Dabei werden die folgenden Themen behandelt: Wahrscheinlichkeitstheorie, Kennwerte einer Stichprobe, Zusammenhang zwischen Stichproben, Verteilungen, Hypothesentests, lineare Regression und Fehlerrechnung. Dabei kommt die Statistik-Software R zum Einsatz. Sie wird in Vorlesungen sowie in einem Leitprogramm vorgestellt, wobei folgendes behandelt wird: Erste Schritte mit R und RStudio, Datenformate, Datenauswahl und Berechnungen, Deskriptive Statistik. In der abschließenden Hausarbeit soll eine hydrologische Datenzeitreihe mit den vorgestellten Methoden untersucht und ein kurzer Bericht erstellt werden.</p>		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Kernaussagen zu einem umweltwissenschaftlichen Thema zusammenfassen und direkt am Objekt im Gelände beschreiben (1, 2). • Die Studierenden können Forschungsfragen formulieren und wissen wie diese ethisch korrekt diskutiert und präsentiert werden (3,6). • Die Studierenden sind in der Lage die gelernten Tools zu Stichprobenanalyse und Korrelation für eine eigene Fragestellung anzuwenden (3) • Die Studierenden können die Kenntnisse zu Korrelation mit Konzepten zu zeitlich/räumliche Daten verbinden um Zeitreihen und räumliche Daten zu analysieren (5) • Die Studierenden können beurteilen ob eine einfache oder multiple Regression statistisch signifikant ist und können beurteilen ob die Annahmen für die Regressionsanalyse gegeben sind (6) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		

Literatur und Arbeitsmaterial

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

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

Stahel, W. A. (2008): Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler. 5. Auflage. Vieweg Verlag. Wiesbaden.

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

Modulnummer 92412	Modulname Einzugsgebietshydrologie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 1 jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Übungsaufgaben	Teilnahmevoraussetzung HYDPRO	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio (Auswertungen mit R und Zusammenstellung eines hydrologischen Exposé für ein Einzugsgebiet in BaWü)		ECTS-LP (Workload) (150 h, davon 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Markus Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Markus Weiler		
Inhalte <p>Im diesem Modul werden die Grundlagen der Einzugsgebietshydrologie vertieft und gleichzeitig einen Überblick über die von den Masterstudierenden erwarteten Grundlagen der Hydrologie gegeben. Folgende Themen werden erarbeitet: Abflussbildung; Variation der physikalischen Eigenschaften, der chemischen Inhaltsstoffe und des Sediments im Einzugsgebiet; Messmethoden; Einfluss des Klimas und der Landnutzung auf die hydrologischen Prozesse im EZG; Charakterisierung von EZG anhand von Einzugsgebietseigenschaften, Klima- und Abflussdaten.</p> <p>Dieses Modul ist unterschiedlich strukturiert als andere Module, weil der Inhalt entlang den Flüssen und Speichern im Einzugsgebiet strukturiert ist: Input (Regen, Schnee), Output (Abfluss, Verdunstung), Speicher (gesättigt und ungesättigt), Abflussprozesse (Skalen), Wasserqualität (Sediment, Physikalisch), Einzugsgebietshydrologie (Wald, Landwirtschaft, Stadt).</p> <p>Um die gelernten theoretischen Inhalte zu vertiefen, werden in der ersten Woche in 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 (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>Außerdem finden noch 2 Exkursionen in die nähere Umgebung statt um die Besonderheiten der Urbanen, forstlichen und landwirtschaftlichen EZG im Gelände zu erfassen und besondere Messmethoden zu erfahren.</p>		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse von hydrologischen Grundlagen (1,2,3,4) • Kenntnisse über Abflussbildung, Speicher und Flüssen in EZG(1,2,3,4) • Kenntnisse über den Einfluss des Klimas und der Landnutzung auf die hydrologischen Prozesse im EZG (1,2,3,4) • Befähigung eine Analysemethode aus der Liteartur zu erarbeiten und die in eine Programmstruktur umzusetzen und in R zu programmieren (1,2,3,4,5) • Erstellen eines Exposé über ein Einzugsgebiet um die statischen und dynamischen EZG Eigenschaften zu verknüpfen (3,4,5,6) • Auswertung verschiedenen Grundlagendaten im GIS (1,2,3,4) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		

Literatur und Arbeitsmaterial

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

Brutsaert, W. (2009) Hydrology - An Introduction, Cambridge

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

Verschiedene wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften um Methoden zur Analyse von Niederschlags- und Abflussdaten zu extrahieren.

Modulnummer 92413	Modulname Tracerhydrologie und Hydrochemie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 1 jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Übungen, Seminar, Versuchsdurchführung	Teilnahmevoraussetzung HYDPRO, Einzugsgebietshydrologie	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio bestehend aus Fachvortrag (Journal Club), Berichterstellung (Konzeptionelle Modellentwicklung) und Versuchsauswertung (Tracerdaten)		ECTS-LP (Workload) (150 h, davon 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: PD Dr. C. Stumpp		
Beteiligte Lehrende: PD Dr. C. Stumpp, Prof. Dr. Markus Weiler		
Inhalte <p>In diesem Modul werden Grundlagen zu Umwelttracern (Isotope, Geochemie) und künstlichen Tracern (u.a. Salze, Farbstoffe, Partikel) 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>Isotopenhydrologie:</i> Es werden Grundlagen stabiler und radioaktiver Isotope vermittelt. Der Fokus liegt in der Anwendung und Interpretation von Wasserisotopen im hydrologischen Kreislauf sowie der Isotopenanalytik von Schadstoffen. 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 (Journal Club).</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 Powerpoint Präsentation vorstellen.</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 Säulenversuchs selbständig durchgeführt.</p>		
Qualifikations- und Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse von Grundlagen natürlicher und künstlicher Tracer in der Hydrologie (1,2,3,4) • Kenntnisse über stabile und radioaktive Umweltisotope und deren Anwendungen in der Hydrologie (1,2,3,4) • Kenntnisse über Transportverhalten von Tracern im hydrologischen Kreislauf (1,2,3,4) • Befähigung zur Planung, Durchführung und Auswertung künstlicher Tracerversuche (3,4,5,6) • Befähigung zur Auswertung natürlicher Tracerdaten (3,4,5,6) • Auswertung von künstlichen Tracerversuchen mit mathematischen Modellen (2,3,4) 		
<p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien</p>		

angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können

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 57170	Modul Data Collection, Storage, and Management	
Study Programme M.Sc. Hydrology M.Sc. Environmental Sciences: Profile: Environmental modelling and GIS	Elective Track (WP)	Semester / Rotation 1 each WS
Teaching methods Lectures, fieldwork, practical computing exercises	Prerequisites for attendance Basics of statistics and GIS, confident use of "R"	Teaching methods Lectures, fieldwork, practical computing
Type of examination (continuous) Two-part Portfolio (Time-Series Data + Spatial Information)		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h – of these, 60 h in attendance)
Module Coordinator: apl Prof. Dr. J. Lange		
Teachers involved: Dr. M. Stölzle, M. Mälicke		
<p>Syllabus</p> <p>In this module, you will receive the basics for the acquisition, handling and processing of space-time data, to a level suitable for a later modeling. The frame topic will be the experimental description of the 'urban heat island effect' in the City of Freiburg. Participants will document all work steps in a portfolio. The module is divided into two areas.</p> <p><i>Time-Series Data:</i> Analog and digital methods of data acquisition in the field are presented and discussed. This extends from the basic elements of analog field protocols (field book) to complex data logging. Within the framework of practical fieldwork, different types of logs, sensors and their software are used. The students themselves will program temperature data loggers, install them in their place of residence, read the recorded data, and then critically check the accuracy of this data. For comparison, time-series data is downloaded from the internet. All time series are subjected to a quality control in 'R' which will check plausibility, homogeneity and consistency. Errors in the time series are deleted, and the resulting data gaps are filled using various methods. As a result characteristic parameters can be determined for the temperature profile.</p> <p><i>Database with Spatial Data:</i> Using Q-GIS, the parameters will be spatially interpolated and compared with an existing data set of buildings in the city. Particular emphasis is placed on transferring data between 'R' and Q-GIS. This is followed by an introduction to SQL and the creation of a simple SQL database on temperature characteristics. This database is then used for further analysis.</p>		
<p>Learning goals and qualifications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the basics of data collection in the field via modern digital methods (2) • Knowledge of data sources, data types and fundamental data formats (2) • Ability to independently collect data on the ground and use Internet data sources (3,4) • Import of collected data into data management software and independent data quality control of time series (3,4,5,6) • Spatial interpolation of time series data and evaluation of their accuracy (3,4,5,6) <p>Classification of cognitive skills following Bloom (1956): 1 = Knowledge: recalling facts, terms, basic concepts and answers; 2 = Comprehension: understanding something; 3 = Application: using a general concept to solve problems in a particular situation; 4 = Analysis: breaking something down into its parts; 5 = Synthesis: creating something new by putting parts of different ideas together to make a whole; 6 = Evaluation: judging the value of material or methods.</p>		
<p>Literature and Work Material</p> <p>Zahumenský, I (2004): Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations, WMO, Geneva.</p>		

Modulnummer 92950	Modulname Hydrogeologie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 1 jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, praktische Übungen am Rechner	Teilnahmevoraussetzung Grundlagen in der Hydrologie und zu Tracermethoden	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio bestehend aus Fachvortrag (Journal Club), Übungsaufgaben, Klausur		ECTS-LP (Workload) z.B. 5 (150 h, davon 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Dr. Andreas Hartmann		
Beteiligte Lehrende: Dr. Andreas Hartmann, Prof. Dr. Ralph Watzel, Prof. Dr. Stefan Hergarten		
Inhalte <p>Im Kurs werden die Grundlagen der Hydrogeologie und angewandten Hydrogeologie, sowie Grundwassermodellierung und Geophysik vorgestellt. Der Kurs besteht aus drei Teilen:</p> <p><i>Grundlagen der Hydrogeologie:</i> Hier erhalten die Studierenden ein Basiswissen über die Hydrogeologie. Grundsätzliche Definitionen und Zusammenhänge werden erklärt. Die Rolle von Grundwasser als wichtige Quelle für sauberes Trinkwasser wird besprochen und es werden Methoden (Pumpversuche etc.) zur Bestimmung wichtiger hydrogeologischer Parameter vorgestellt und angewandt. Zusätzlich zur Vorlesung finden Übungen zu den neu erlernten Methoden sowie ein Journal Club statt.</p> <p><i>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 Grundwasserströmungsmodell aufgebaut.</p> <p><i>Geophysik:</i> Dieser Kursteil beinhaltet die angewandte Geophysik und deren Anwendung in der Grundwasserhydrologie. Er beginnt mit einer Übersicht über geophysikalische Methoden. Vertieft werden die Themen Geoelektrik, Seismik, Gravimetrie und Magnetik. Der Kursteil wird begleitet von drei größeren Hausaufgaben.</p>		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Kenntnisse über die wesentlichen hydromechanischen Eigenschaften von Grundwasserleitern und zu Verfahren in der Geophysik (1,2) • Grundlegende Kenntnisse über die Auswertung verschiedener Arten von Pumptests (1,2,3) • Fähigkeit, Wissen in numerische Grundwasserströmungsmodelle zu implementieren (2,3) • Entwicklung und Bedeutung eines hydrogeologischen Konzeptmodells im regionalen Maßstab zu verstehen und ein solches aufzubauen (2,3,4) • Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der numerischen Modellierungstechniken kennenzulernen und auf Basisniveau anwenden können (2,3) • Modellierungsergebnisse kritisch zu beurteilen und mit Ergebnissen anderer hydrogeologischer Verfahren zu vergleichen (2,3,4,5) • Kenntnisse in der Auswertung von Geoelektrikversuchen und refraktionsseismischen Versuchen, sowie der Planung von geophysikalischen Feldkampagnen (2,3,4) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		

Literatur und Arbeitsmaterial

- Fetter, C.W., Fetter, C.W. (2001). Applied hydrogeology. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Kinzelbach, W. & Rausch, R. (1995): Grundwassermodellierung – Eine Einführung mit Übungen, Borntraeger, Berlin, 283 S.
- H. Militzer & F. Weber (1984): Angewandte Geophysik

Modulnummer 92952	Modulname Bodenphysik	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 1, 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesung, praktische Übungen, Laborarbeit	Teilnahmevoraussetzung halbtägige Schulung: Bodenproben- entnahme im Rahmen von HYDPRO	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Praktikumsprotokoll		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: PD Dr. H. Schack-Kirchner		
Beteiligte Lehrende: PD Dr. H. Schack-Kirchner, J. Flade, S. Knödler		
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"> • bodenphysikalische Zusammenhänge auf akademischem Niveau erläutern können (2) • bodenphysikalische Analysen durchführen und organisieren können (3) • bodenphysikalische Datenbestände beurteilen können (4) • einfache bodenphysikalische Modelle zur Problemlösung entwickeln können (5) • Grenzen bodenphysikalischer Laborergebnisse in der Hierarchie terrestrischer Ökosysteme einordnen können (6) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		
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 92421	Modulname Globale Hydrologie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 2 / jedes SoSe
Lehrform Vorlesung, Seminar	Teilnahmevoraussetzung Hydrologische Module des 1. FS Master Hydrologie	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio bestehend aus Literaturliste, Vortrag und Bericht		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 50 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Kerstin Stahl		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Kerstin Stahl, apl Prof. Dr. Jens Lange		
Inhalte Das Pflichtmodul „Globale Hydrologie“ vermittelt Wissen über <i>hydrologische Prozesse und Besonderheiten in verschiedenen Regionen der Erde</i> . Hierbei werden insbesondere Besonderheiten der Hydrologie unterschiedlicher Klimazonen betrachtet, aber auch kontinental bis global-hydrologische Themen wie grenzüberschreitende Flussgebiete oder Fernbeziehungen (teleconnections) zwischen Phänomenen von Ozeanen und Atmosphäre. Ein besonderes Augenmerk wird auf das Verständnis des Zusammenwirkens von Klima und Landschaft, auf die Ableitung spezifisch wichtiger hydrologischer Prozesse und auf eine Beschreibung daraus resultierender hydrologischer Eigenschaften (Wasserbilanz und hydrologische Ereignisse) gelegt. Diese Themen werden unter dem Aspekt wasserwirtschaftlicher oder politischer Relevanz behandelt. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Hydrologie von Trockengebieten, Hochgebirgen und kalten Klimaten, sowie der feuchten Tropen gelegt. Neben Vorlesungen zu diesen Themen recherchieren die Studierenden über ein aktuelles und hydrologisch/wasserwirtschaftlich relevantes Thema einer Region. Die Studierenden erstellen und besprechen mit den Dozenten eine kommentierte Literaturliste, halten am Ende des Kurses ein Kurzreferat (im Rahmen eines zweitägigen Symposiums „Regionale Hydrologie“) und geben einen Bericht über ihr Thema ab. Dabei sollen die Probleme nicht nur fokussiert dargestellt, sondern auch Handlungsoptionen zur Problemlösung diskutiert und bewertet werden.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis zu den wichtigsten hydrologischen Eigenschaften von anderen Klimaten (1,2) • Verstehen von globalen, großskaligen Zusammenhängen von Klima und Wasserhaushalt (1,2) • Fokussiertes Darstellen eines spezifischen hydrologischen Problems (1,2,3,4) • Beurteilung von Handlungsoptionen zur Problemlösung (4,5,6) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial Vorlesungsfolien werden bei der Veranstaltung bereitgestellt		

Modulnummer 57140	Modulname Umweltstatistik	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 2 / jedes SoSe
Lehrform Vorlesungen, Übungen, Gruppenarbeit	Teilnahmevoraussetzung Grundkenntnisse in Statistik: Verteilungen, ML, Regression, ANOVA, GLM, PCA, Datenimport und einfache statistische Analysen in R	Sprache englisch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Projektarbeit in den letzten Tagen des Kurses, je Themengebiet Protokoll der Übungsaufgaben		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Carsten Dormann		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Carsten Dormann, Prof. Dr. M. Weiler		
Inhalte Das Modul vertieft Statistikkenntnisse und –anwendungen: <ul style="list-style-type: none"> • Generalised Additive Models • Classification & Regression Trees (inkl. randomForest und BRT) • nicht-parametrische Statistik (resampling-Verfahren) • Modellselektion inkl. Kreuzvalidierung • gemischte Modelle • räumliche Statistik (correlogram, variogram); Geostatistik (räumliche Interpolation, z.B. Kriging) • Extremwertstatistik • Zeitreihenanalysen (autocorrelation, decomposition) Alle Analysen werden anhand der freien Statistiksoftware R gelehrt.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Statistikkenntnisse • Lösung komplexer statistischer Aufgaben • Vertiefung der Fähigkeiten im Umgang und Programmierung mit R Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Crawley (2007) The R Book. Wiley. • *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 92450	Modulname Hydrologische Geländearbeit und Exkursion	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 2 / jedes SoSe
Lehrform Praktische Geländearbeit	Teilnahmevoraussetzung Hydrologische Module im 1. FS	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Protokoll zur Datenauswertung		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 130 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Markus Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Markus Weiler, Prof. Dr. Kerstin Stahl, apl Prof. 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 einer zehntägigen 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"> • Anwenden von hydrologischer Messtechnik (3) • Auswertung und Interpretation der gemessenen Daten (3,4) • Fragestellungen und Prozesse im Gelände erkennen und bewerten (3,4,5) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial Skript zur Geländearbeit und Exkursionsmaterial wird bei Veranstaltungsbeginn zur Verfügung gestellt		

Modulnummer 92422	Modulname Hydrologische Modellierung	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 2 / jedes SoSe
Lehrform Vorlesungen, Übungen, Seminar, Portfolio	Teilnahmevoraussetzung Vorhergehende hydrologische Module, GIS-Module von Vorteil, Kenntnisse in R	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio bestehend aus Seminarreihe zur Vorstellung der Zwischenergebnisse und eines Modellierungsberichts.		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon 65 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Dr. A. Hartmann		
Beteiligte Lehrende: Dr. A. Hartmann, Benedikt Heudorfer, Andreas Steinbrich		
Inhalte In diesem Modul werden folgende wissenschaftliche Methoden gelehrt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen zur inklusive einer Einführung, sowie Skalen- und Modellklassifikationen, • Methoden zur Modellkalibrierung • Methoden zur Sensitivitätsanalyse • Modellevaluationsstrategien • Ansätze zur Quantifizierung der Modellierungsunsicherheiten Um die Studierenden ebenso auf die Anwendung von Modellen in der praktischen Wirtschaft vorzubereiten, werden verschiedene Anwendungsbeispiele von Ingenieurbüros vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich lernen die Studierenden, wie sie räumlich verteilte Daten für die Modellierung aufbereiten. Als praktischer Teil des Kurses werden die sie zu je einem Einzugsgebiet verfügbare räumliche Daten aufbereiten, um sie dann in einem hydrologischen Modell mit einem eigenen Datensatz an Niederschlags-, Abfluss- und Klimadaten anzuwenden. Dabei werden iterativ die im Kurs erlernten Methoden in die Anwendung integriert. Die Prüfungsleistung zum Kurs besteht aus einem Modellierungsbericht (max 20 Seiten) und einem Vortrag der Zwischenergebnisse zum Beginn der 2. Hälfte des Kurses.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • theoretische Grundlagen zu <ul style="list-style-type: none"> – Modellentwicklung (1,2,3) – Modellparametrisierung und –kalibrierung (1,2,3) – Diagnose von Modellfehlern und –unsicherheiten (1,2,3,4,5,6) • praktische Übungen mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell (HBV) <ul style="list-style-type: none"> – Erstellung und Plausibilisierung von Modelleingangsdaten (3,4,5,6) – Modellkalibrierung (3,4,5,6) – Einschätzung von Modellsensitivitäten und –unsicherheiten (3,4,5,6) – Modellevaluierung (3,4,5,6) • Fallbeispiele verschiedener Projekte aus Forschung und Anwendung (3,4) (Gäste von ASG Rhein Projekt, SLR Consulting, BIT Ingenieure) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
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 92431	Modulname Modellierung von Wasserqualität und Schadstofftransport	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Pflicht (P)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Geländeübung, praktische Übungen am Rechner	Teilnahmevoraussetzung Grundkenntnisse der Hydrogeologie und Wasserchemie	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio – Angewandte Stofftransportmodellierung		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: apl Prof. Dr. J. Lange		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. R. Watzel, Dr. Julien Farlin, Prof. Dr. C. Külls,		
Inhalte <p>Inhalt der Vorlesung ist die Beschreibung des Stofftransportes in aquatischen Systemen, Flüssen, Seen, Bodenwasser und Grundwasser an Hand der allgemeinen Stofftransportgleichung. Die Stofftransportgleichung wird als Differentialgleichung eingeführt und alle Parameter und Einflussgrößen der allgemeinen Transportgleichung werden als theoretische Grundlage vermittelt. In drei methodischen Blöcken werden drei Wege vermittelt, die Transportgleichung zu lösen.</p> <p>Im ersten Teil wird die <i>analytische Lösung</i> der Transportgleichung für 1D und 2D mit unterschiedlichen Randbedingungen und Anfangsbedingungen behandelt und deren Anwendung auf hydrologische Fragestellungen wie Tracerversuche oder Transport von Schadstoffen in Gerinnen oder Grundwasserleitern vermittelt. Dabei werden verschiedene Modellen zur Beschreibung der Fließzeitverteilung vorgestellt, deren Anwendungsbereiche diskutiert und ihre Kalibrierung gezeigt.</p> <p>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> <p>In einem dritten methodischen Block werden die analytischen und numerischen Lösungen der Transportgleichung um <i>wasserchemische, bodenchemische und geochemische Prozesse</i> erweitert und mit diesen gekoppelt. Mit einer Open Source Software werden die gekoppelten Transport- und Reaktionsprozesse der Gaslösung und Ausbreitung, der Lösung und Fällung von Mineralphasen, der Sorption und Desorption, der chemischen Reaktion und Reaktionskinetik und der Oberflächenkomplexierung mit thermodynamischen Gleichgewichtsprogrammen vermittelt und anwendungsorientiert geübt. Die Inhalte der Vorlesung werden im Rahmen einer Exkursion und Geländeübung an einem Fallbeispiel demonstriert.</p>		
Qualifikations- und Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Grundlagen des Stofftransportes, der grundlegenden Differentialgleichung, der Dispersivität und des Dispersionskoeffizienten (1,2) • Analytische Lösung der Transportgleichung mit gegebenen Randbedingungen und Anfangsbedingungen in 1 und 2 Dimensionen und Anwendung auf hydrologische Fragestellungen (2,3,4) • Alternative Modelle zur Lösung hydrologische Fragestellungen bezüglich Tracer- und Schadstofftransport • Numerische Lösung der Transportgleichung mit Open Source Software (Modflow) (2,3,4) • Kopplung von chemischen Reaktionen und Transport, Wahl geeigneter Ansätze (5,6) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		

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 92983	Modulname Fließgewässerhydraulik/Wasserbau	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Übungen, Exkursion	Teilnahmevoraussetzung Grundkenntnisse in Mechanik und höherer Mathematik	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Klausur (2 h)		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 54 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Dr. T. Wenka		
Beteiligte Lehrende: Dr. T. Wenka		
Inhalte In diesem Modul 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. 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. Das erlernte Wissen wird in Form einer schriftlichen Prüfung abgefragt.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis von Grundlagen der Technischen Hydromechanik und Fließgewässerhydraulik (1,2) • Kenntnis von grundlegenden Methoden und Techniken des Sedimenttransports und des Wasserbaus (1,2) • Befähigung zur eigenständigen Lösung typischer Problemstellungen des Wasserbaus und der Fließgewässerhydraulik (3,4,5) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial Skriptum, Vorlesungs- und Übungsunterlagen werden bei der Veranstaltung bereitgestellt		

Modulnummer 92924	Modulname Ecohydrology	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umwelt- + Forstwiss.	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Praktische Laborarbeit, Vorlesung	Teilnahmevoraussetzung -	Sprache englisch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Klausur	ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 50 h Präsenz)	
Modulkoordinator/in: Dr. Maren Dubbert		
Beteiligte Lehrende: Dr. Maren Dubbert, PD Dr. Michael Dannenmann, PD Dr. Ralf Kiese		
Inhalte 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 auf Pflanzen als auch der Vegetationseinfluss auf hydrologische Prozesse im Vordergrund. Das Modul gliedert sich dabei in drei zusammenhängende Teile: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Exkursion nach Tuttligen und Garmisch:</i> Im Rahmen einer 3 tägigen Exkursion werden die Studenten aktuelle Forschungsprojekte zum Thema „Wasser-, Kohlenstoff- und Nährstoffflüsse in Wäldern“ kennenlernen und wichtige Techniken und Messverfahren der Ökohydrologie erlernen. Es werden zudem Wasserproben verschiedener ökosystemarer Wasserquellen beprobt und analysiert, welche später in die Modellierung einfließen werden. • <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 Studenten 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 Studenten 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"> • Die Studierenden erhalten ein gründliches Verständnis der von Wasser im System Pflanze / Baum und von Wasserflüssen in Ökosystemen. Der Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf Pflanzen wird diskutiert, aber auch die Wirkung von Vegetation auf den Wasserkreislauf(1). • Die Studierenden lernen und wenden moderne und klassische Techniken zur Bestimmung von Pflanzenwasserstatus und Wasserflüssen in Ökosystemen (3). • Studierende planen eigene Experimente zum Pflanzenwasserstatus, führen diese durch und bewerten sie. Schließlich werden die Ergebnisse der Experimente präsentiert (3,4,5,6). Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		

Literatur und Arbeitsmaterial

Wird bei der Veranstaltung bereitgestellt.

Modulnummer 92981	Modulname Ingenieurhydrologie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesung, praktische Übung am Rechner, Geländeübungen,	Teilnahmevoraussetzung Hydrologische Modellierung und Hydraulik	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Ausarbeitung: schriftlicher Bericht		ECTS-LP (Workload) z.B. 5 (150 h, davon 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: apl Prof. Dr. J. Lange		
Beteiligte Lehrende: Peter Neff, Lukas Warken		
Inhalte <p>Der erste Modulteil beinhaltet die <i>praktische Umsetzung einer ingenieurhydrologischen Fragestellung</i>. Anhand eines konkreten praktischen Beispiels (Hochwasserschutz für eine Ortslage in der Nähe von Freiburg) wird ein Hochwasserschutzprojekt auf der Grundlage verschiedenster (realer) Randbedingungen erarbeitet. Dabei wird ein Niederschlag-Abfluss-Modell (Software des KIT-Karlsruhe) aufgebaut und angewendet, um verschiedene Hochwasser-Rückhaltemaßnahmen zu positionieren und deren Auswirkungen auf das Hochwassergeschehen zu simulieren. Danach wird ein 1D-Hydraulikmodell aufgebaut und modifiziert, um die von Gewässeraufweitung oder Sohleintiefungen zu simulieren. Potenzielle Hochwasserschutzmaßnahmen werden in Gruppen- und Einzelarbeit entwickelt und bei Ortsbegehungen überprüft. Schließlich werden bestehende Hochwasserrückhaltebecken besichtigt und hinsichtlich Praxistauglichkeit und Effizienz beurteilt.</p> <p>Danach 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"> • Anwendung von hydrologischen und hydraulischen Modellen (1,2) • Entwicklung eines Hochwasserschutzkonzepts (3,4,5) • Beurteilung der Umsetzbarkeit von HW-Schutzmaßnahmen vor Ort (2,3,5,6) • Kenntnisse und Anwendung flussmorphologischer Grundlagen (2,3,4) • Befähigung zur selbstständigen Durchführung von Feldmessungen (3,4,5) • Sensibilisierung zum kritischen Umgang mit Daten, welche einer natürlicher Variabilität unterliegen, insbesondere im Kontext empirischer Berechnungsansätze (2,4) • Sensibilisierung zur kritischen Interpretation erzielter Berechnungsergebnisse (2,4) • Befähigung zum Aufbau und Betrieb 2D-hydrodynamisch-numerischer-Modelle sowie der Interpretation der Ergebnisse (1,2,3) 		

- Verfassen eines strukturierten Ingenieurberichts (2,3,4,5,6)

Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973):

1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können

Literatur und Arbeitsmaterial

Vorlesungsfolien und Software wird im Rahmen der Veranstaltung bereit gestellt

Modulnummer 92925	Modulname Gewässerökologie I	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Durchführung von Geländemessungen, Laboranalytik, Anwendung von Modellen	Teilnahmevoraussetzung Umfangreiche Kenntnisse in „R“ und Datenauswertung: Belegung des Moduls Datenerhebung, -haltung, -management zwingend erforderlich!	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio mit Datenauswertung und Modellierung von Geländedaten		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: ap Prof. Dr. Jens Lange		
Beteiligte Lehrende: ap Prof. Dr. Jens Lange, Dr. Natalie Orlowski		
Inhalte Das Modul behandelt die physikalischen und chemischen Grundlagen der Gewässerökologie. Im ersten Teil wird die <i>Bedeutung der Wassertemperatur</i> für gewässerökologische Prozesse theoretisch eingeführt und die Haupt-Einflussfaktoren experimentell belegt. Hierzu werden die Parameter der Gewässer-Energiebilanz im Gelände erhoben und mit ihrer Hilfe ein Energiebilanzmodell für einen Gewässerabschnitt mit „R“ erstellt. Die Ergebnisse (modellierte Wassertemperaturen) werden mit tatsächlich gemessenen Werten im Gewässerverlauf verglichen und zur Modellkalibrierung verwendet. Im zweiten Teil werden <i>chemische Grundlagen der Gewässerökologie</i> behandelt. Neben Grundlagen zur Hydraulik und zum chemische Umsätzen (aufgeteilt in Nähr- und Schadstoffe) werden Stofftransportmodelle für konservative und nicht-konservative Stoffe behandelt. Eine praktische Anwendung der Modellansätze erfolgt in einem Markerversuch, der gemeinschaftlich geplant, durchgeführt und ausgewertet wird. Hierbei werden die wichtigsten Laborverfahren in der Tracerhydrologie vorgestellt und im Labor von allen Teilnehmenden in Gruppenarbeit angewendet. Die gemessenen Tracerdurchgangskurven werden verwendet, um Rückschlüsse auf Stofftransport und –retention zu ziehen.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen und Verstehen der wichtigsten physikalischen und chemischen Grundlagen zur Gewässerökologie (1, 2) • Erlernen von Geländemessverfahren und deren eigenständige Messung im Gelände (1,2,3) • Eigenhändige Laboranalytik zur Bestimmung von Tracerkonzentrationen (3) • Aufstellen eines Energiebilanzmodells für einen Gewässerabschnitt (3) • Erkennen der wichtigsten physikalischen und chemischen Einflussparamter auf die Gewässerökologie und den Stofftransport (4) • Planung von Geländeexperimenten und Modellanwendungen (3,4,5) • Anwendung von Modellen zur Interpretation von Systemeigenschaften und Erkennung von Unsicherheiten und Verbesserungschancen (3,4,5,6) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		

Literatur und Arbeitsmaterial

- Kadlec R., & Wallace SD. (2009): Treatment Wetlands, Taylor & Francis, CRC, New York
- Vorlesungsskript und Modell-Codes werden bereitgestellt

Modulnummer 92986	Modulname Aktuelle Themen der Hydrologie I	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Seminar	Teilnahmevoraussetzung Sämtliche Pflichtmodule des Masters Hydrologie	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Literaturstudie/Review über ein aktuelles Forschungsthema		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon 5 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Markus Weiler		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Markus Weiler		
Inhalte <p>Dieses Modul dient der forschungsorientierten Vertiefung von Wissen und Fachwissen im Bereich der Hydrologie. Das "Topics" -Modul ermöglicht es den Studierenden, ein Thema im Detail zu erarbeiten und über dieses Thema eine Literaturzusammenfassung und möglicherweise eine Metaanalyse zu schreiben. Das Modul dient somit direkt zum Einstieg in die Masterarbeit, da der Studierenden unter Anleitung die Aufarbeitung der Literatur für ein Spezialgebiet erlernt.</p> <p>In diesem Modul werden die Studierenden unabhängig von einem der Forschungsgebiete der Professuren ein Thema selbstständig erarbeiten. Die Wahl eines Themas wird individuell festgelegt.</p> <p>Ein Ziel für die Studierenden ist es also, sich mit dem aktuellen Stand des Wissens zu ihrem Thema vertraut zu machen. Dies kann auch ein Forschungsthema für eine Masterarbeit vorbereiten. Die Prüfungsleistung ist aus diesem Modul ist eine detaillierte Literaturstudie („Review Paper“) über das Thema.</p> <p>Während die Studierenden, die an diesem Modul teilnehmen, hauptsächlich individuell arbeiten werden, gibt es einige individuelle und auch Gruppentreffen, um grundlegende Techniken des forschungsorientierten Schreibens einzuführen, sowie für die Erörterung der (Zwischen- oder End-) Ergebnisse der einzelnen Projekte.</p>		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Ziele von Publikationen (1,2,3) • Publikationen zu einem Thema finden und sichten (1,2,3) • Lesen und Analysieren von wissenschaftlichen Publikationen (1, 2) • Schreiben einer wissenschaftliche Literaturstudie, mit besonderem Fokus auf Methoden, Grafiken, Tabellen, Gleichungen, Diskussion (5,6) • Aufstellen von Hypothesen und Forschungsfragen (5,6) <p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		
Literatur und Arbeitsmaterial Wird individuell bereitgestellt.		

Modulnummer 92926	Modulname Global Groundwater Agricultural Nexus	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Environmental Sciences M.Sc. Environmental Governance	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Lectures, discussion groups, field trips	Teilnahmevoraussetzung	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Portfolio: oral and written presentation about a specific region		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon 65 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Thomas Harter		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Thomas Harter		
Inhalte <p>Many of the most productive groundwater basins around the globe are closely linked with agricultural activities. Therefore, this module provides the basic knowledge to <i>understand and sustainably manage groundwater resources in agricultural regions</i>. It first provides an overview of global geography of agriculture and groundwater, introduces groundwater dynamics in agricultural regions and basics of laws in agricultural groundwater management, i.e. quantity/extraction of groundwater. Then groundwater quality issues in agricultural regions are discussed with a special focus on animal farming and manure management. The module also discusses how nonpoint source pollution of groundwater is assessed and how agricultural groundwater quality can be monitored and regulated. Then room is given for the groundwater-surface water nexus in agriculture and how both can be used conjunctively. Finally, livelihood and environmental justice in groundwater-dependent agricultural regions is highlighted. To module consists of lectures and connected group activities. One or two day-long field trips are also included.</p>		
Qualifikations- und Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> • deepen understanding of groundwater hydrology by investigating issues specifically related to agriculture (1,2) • understand and learn to apply key principles of physical groundwater hydrology (1,2,3) • understand and learn key policy and regulatory approaches to managing groundwater, and apply appropriate technical-scientific tools to support groundwater management (1,2,3,4) • gain familiarity with and apply a variety of modeling and field observation tools (3,4) • refresh and apply fundamental knowledge from various modules already taken during the M.Sc. Studies to date (3,4) • gain professional practice: implement a mock consulting project (4,5,6) 		
<p>Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können</p>		
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 • Scientific articles and other literature sources (provided through instructor) 		

Modulnummer 92987	Modulname Aktuelle Themen der Hydrologie II	
Studiengang M.Sc. Hydrologie	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Seminar	Teilnahmevoraussetzung Sämtliche Pflichtmodule des Masters Hydrologie	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Literaturstudie/Review über ein aktuelles Forschungsthema		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon 5 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Kerstin Stahl		
Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Kerstin Stahl		
Inhalte Dieses Modul dient der forschungsorientierten Vertiefung von Wissen und Fachwissen im Bereich der Hydrologie. Das "Topics" -Modul ermöglicht es den Studierenden, ein Thema im Detail zu erarbeiten und über dieses Thema eine Literaturzusammenfassung und möglicherweise eine Metaanalyse zu schreiben. Das Modul dient somit direkt zum Einstieg in die Masterarbeit, da der Studierenden unter Anleitung die Aufarbeitung der Literatur für ein Spezialgebiet erlernt. In diesem Modul werden die Studierenden unabhängig von einem der Forschungsgebiete der Professuren ein Thema selbstständig erarbeiten. Die Wahl eines Themas wird individuell festgelegt. Ein Ziel für die Studierenden ist es also, sich mit dem aktuellen Stand des Wissens zu ihrem Thema vertraut zu machen. Dies kann auch ein Forschungsthema für eine Masterarbeit vorbereiten. Die Prüfungsleistung ist aus diesem Modul ist eine detaillierte Literaturstudie („Review Paper“) über das Thema. Während die Studierenden, die an diesem Modul teilnehmen, hauptsächlich individuell arbeiten werden, gibt es einige individuelle und auch Gruppentreffen, um grundlegende Techniken des forschungsorientierten Schreibens einzuführen, sowie für die Erörterung der (Zwischen- oder End-) Ergebnisse der einzelnen Projekte.		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Ziele von Publikationen (1,2,3) • Publikationen zu einem Thema finden und sichten (1,2,3) • Lesen und Analysieren von wissenschaftlichen Publikationen (1, 2) • Schreiben einer wissenschaftliche Literaturstudie, mit besonderem Fokus auf Methoden, Grafiken, Tabellen, Gleichungen, Diskussion (5,6) • Aufstellen von Hypothesen und Forschungsfragen (5,6) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial Individuell bereitgestellt		

Modulnummer 92982	Modulname Wasserpolitik, Wasserrecht, Wasserversorgung	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften M.Sc. Geographie d. globalen Wandels	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Vorlesungen, Gruppenarbeit, Exkursionen	Teilnahmevoraussetzung Hydrologie-Module und Grund- kenntnisse der Umweltpolitik hilfreich, aber nicht zwingend	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) je nach Teilnehmerzahl Posterpräsentation und/oder Gruppenhausarbeit		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 60 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Prof. Dr. Daniela Kleinschmit		
Beteiligte Lehrende: Chirs Seijger, Johann-Martin Rogg, Nikolas Geiler		
Inhalte Das Modul vermittelt <i>Grundlagen in Wasserpolitik und Wasserrecht sowie deren Umsetzung in der Wasserversorgung</i> . Es 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 Die Studierenden sollen <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für die wichtigsten Konfliktfelder und Regelungsansätze der Wasserpolitik sowie Analyseansätzen entwickeln (1,2) • Verständnis der wichtigsten rechtlichen Regelungen des Wasserrechts erwerben (1), • Verständnis der Struktur und Aufgaben der Wasserversorgung sowie der wichtigsten zukünftigen Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung (1,2) • die Fähigkeit gewinnen, politische Prozesse, rechtliche Streitfälle und Herausforderungen der Wasserversorgung einer Analyse und kritischen Würdigung zu unterziehen (4), sowie • die Fähigkeit erlangen, eigene Vorstellungen und Vorschläge zur politischen Steuerung von Wasserkonflikte, zur Beurteilung rechtlicher Streitfällen und zu zukünftigen Herausforderungen der Wasserversorgung entwickeln und vertreten zu können (5). Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Literatur und Arbeitsmaterial wird zur Veranstaltung mitgeteilt bzw. bereitgestellt 		

Modulnummer 64098	Modulname Global Earth System Modeling and Data	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe
Lehrform Lectures, practical, computing exercises	Teilnahmevoraussetzung confident use of "R"	Sprache englisch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Two-part Portfolio (technical report + short presentation)		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon mindestens 65 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Dr. Inge de Graaf		
Beteiligte Lehrende: Dr. Inge de Graaf, n.n.		
Inhalte Global land surface and hydrology are used to predict global change impacts on water resources and ecology. The output of multi-model intercomparison projects (MIPs) are used to derive indices, such as on water stress used in reports by IPCC, the World Water Assessment of UNESCO, etc. The objective of this course is <i>to introduce students to the study and application of land surface models and hydrological models at the global-scale</i> . Topics include elements of the global water cycle and the representation of land surface/sub-surface hydrological processes at the global scale, examples of particular models and datasets used to drive and parametrize them and applications that stress water resources sustainability at global-scales. Students will: <ul style="list-style-type: none"> • Learn about gridded spatially distributed, global-scale land surface/hydrological models and how they differ from catchment scale to stand scale models, incl. differences in scales, concepts, and applications. • Get familiar what datasets are used in global-scale models for parameterization, meteorological forcing, and validation. • Get familiar with the strengths and weaknesses of global-scale models. We will discuss the results from MIPs, the differences and similarities between some widely used models, and of model ensembles to assess uncertainties as reported e.g. in IPCC reports • Gain experience in processing and preparing large-scale model datasets and evaluating model outcomes, this includes downloading and analyzing real data (by e.g. using/programming netcdf-tools, R, Python). 		
Qualifikations- und Lernziele <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge on basics of large-scale land surface and hydrological models (2) • Proficiency in using large-scale model output and datasets for driving, parameterization and validation (data sources, data types, and data formats) (2) • Ability to understand/interpret/evaluate large-scale data and model outcomes (3,4,5,6) Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Material, data and software will be provided during the course 		

Modulnummer	Modulname	
92951	Hydrometeorologie	
Studiengang M.Sc. Hydrologie M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften	Wahlpflicht (WP)	Fachsemester / Turnus 1,3 / jedes WiSe, Hydrologie 3 / jedes WiSe, andere M.Sc.
Lehrform Vorlesung, Übungen, Exkursion	Teilnahmevoraussetzung Grundkenntnisse in Meteorologie, Statistik und GIS	Sprache deutsch
Prüfungsform (Prüfungsdauer) Posterpräsentation (10 min)		ECTS-LP (Workload) 5 (150 h, davon 50 h Präsenz)
Modulkoordinator: PD Dr. Dirk Schindler		
Beteiligte Lehrende: PD Dr. Dirk Schindler, Christopher Jung, M.Sc.		
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> • Charakterisierung der hydrometeorologischen Prozesse Verdunstung und Niederschlagsentstehung • Verdunstung verschiedener Landnutzungen • Modellierung der potenziellen Verdunstung • Mikrometeorologische Methoden zur Verdunstungsbestimmung • Niederschlagsbildung und Hydrometeore • Niederschlagsmessung (Punktmessungen, Volumenmessungen) • Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Komponenten der globalen Wasserbilanz • Charakterisierung von Trockenheit • Analyse von Niederschlagszeitreihen • Extremwertstatistische Analyse von Niederschlagsereignissen • Räumlich hochaufgelöste, statistisch-empirische Modellierung von Starkniederschlagsereignissen • GIS-basierte Darstellung von Modellergebnissen • Erstellung eines wissenschaftlichen Posters 		
Qualifikations- und Lernziele		
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis und Verständnis hydrometeorologischer Prozesse und daraus resultierender Zustände (1, 2) • Kenntnis und Verständnis der Bedeutung der atmosphärischen Umwelt für Wasserbilanzen auf verschiedenen räumlichen Skalen (1, 2) • Analyse meteorologischer Datensätze sowie Anwendung verschiedener Verdunstungsmodelle (3, 4) • Analyse von Wasserbilanzen mit selbstständiger Interpretation der erzielten Ergebnisse (5, 6) • Modellierung von meteorologischen Extremereignissen (am Beispiel Starkniederschläge) mit selbstständiger Interpretation und Präsentation der erzielten Ergebnisse (5, 6) 		
Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973):		
1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können		
Literatur und Arbeitsmaterial		
<ul style="list-style-type: none"> • Foken, T., 2006: Angewandte Meteorologie: Mikrometeorologische Methoden. Springer Verlag. • Sene, K., 2014: Hydrometeorology. Springer Verlag. • Vorlesungsunterlagen, Übungsunterlagen und -daten werden während der Veranstaltung auf der zentralen Lernplattform Ilias zum Download bereitgestellt 		

Modulnummer 92984	Modulname Gewässerökologie II		
Studiengang M.Sc. Hydrologie, M.Sc. Environmental Sciences	Pflicht (P) / Wahlpflicht (WP) WP		Fachsemester / Turnus 3 / jedes WiSe / SoSe
Lehrform Vorlesung, Exkursion, Übungen	Teilnahmevoraussetzung keine	Sprache deutsch	
Prüfungsform (Prüfungsdauer) mündliches Gespräch (20%), Präsentation (20%), Protokoll (60%)			ECTS-LP (Workload) z.B. 5 (125 h, davon 65 h Präsenz)
Modulkoordinator/in: Dr. Gesine Pufal			
Weitere beteiligte Lehrende: Prof. Alexandra Klein, Prof. Albert Reif, Dr. Michael Staab			
Inhalte <u>Woche 1</u> Kurzer Überblick über Hydrobiome Mitteleuropas. Auenökologie: Standorte, Prozesse, Lebensräume, mit besonderer Berücksichtigung von Mitteleuropa. Regionale Situation am Oberrhein: Landschaftsgeschichte, Landnutzung. <i>Theoretische Hintergründe, Freilandexkursion, Seminar</i> <u>Woche 2 und 3</u> Landschaftsökologie mit Bezug zu Gewässern, Typologie verschiedener stehender und fließender Gewässer, Charakterisierung der Ufervegetation, Zeigerpflanzen <i>Theoretische Hintergründe, Freilandexkursionen und Übungen</i> Biologische Gewässergütebestimmung <i>Bestimmung von Saprobien</i> <i>Durchführung der biologischen Gewässergütebestimmung</i>			
Qualifikations- und Lernziele Die TeilnehmerInnen kennen wichtige Schlüsselprozesse in Hydrobiomen, insbesondere Auen (1). Sie überblicken die Vielfalt der Lebensräume, ihre Vegetation, naturschutzfachliche Bedeutung und ihre Gefährdung (1, 2). Die TeilnehmerInnen sind in der Lage, Gewässerökosysteme zu unterscheiden und ganzheitlich, also auch im landschaftlichen Kontext zu erfassen (3). Sie lernen Gewässer als Elemente der Kulturlandschaft kennen (4) und können den ökologischen Zustand einschätzen und durch Untersuchung von Organismen bewerten (3, 4, 5). Sie sind in der Lage, kritische Aussagen zur Gewässerpflege und –instandhaltung auf Grund ihrer Bewertungen zu treffen (5, 6). Klassifikation der Qualifikations- und Lernziele nach BLOOM (1973): 1= Kenntnisse: Wissen reproduzieren können; 2= Verständnis: Wissen erläutern können; 3= Anwendung: Wissen anwenden können; 4= Analyse: Zusammenhänge analysieren können; 5= Synthese: eigene Problemlösestrategien angeben können; 6= Beurteilung: eigene Problemlösestrategien beurteilen können			
Literatur und Arbeitsmaterial Wir zeitnah auf Ilias bereit gestellt			

