
Modulhandbuch
Umweltmodellierung - Master-Studiengang
im Sommersemester 2025
erstellt am 26.03.2025

mar700 - Einführung in die Umweltmodellierung	6
mar353 - Grundlagen mathematischer Modellierung	8
inf962 - Fundamental Competencies in Computing Science III: Algorithms and Computational Problem Solving	10
mat988 - Mathematik für Umweltwissenschaften I	13
mat989 - Mathematik für Umweltwissenschaften II	15
mar997 - Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften	17
mar715 - Grundlagen Biologie/Ökologie	22
mar716 - Geochemie	24
mar355 - Physikalische Ozeanographie	26
mar718 - Hydrodynamik	28
mar470 - Programmierkurs Meereswissenschaften	30
mar671 - Statistik-Software R: Einführung	32
mar354 - Advanced mathematical modelling	34
mar672 - Bodenkunde, Hydrologie und Ökosystem	36
mar673 - Hydrogeologie	38
inf005 - Softwaretechnik I	40
mar363 - Theorie ökologischer Gemeinschaften	44
mar722 - Ökologie von Pflanzen und Tieren	46
mar357 - Meeres- und Geochemie	48
mar356 - Ozean-Klima-Umweltphysik	50

mar723 - Biodiversität der Pflanzen	53
mar758 - Biogeochemische Modellierung	55
mar432 - Biogeochemie	57
mar431 - Marine Klimatologie	60
mar438 - Marine Umweltchemie	62
mar459 - Macrobenthos communities	64
mar457 - Ökologie benthischer Mikroorganismen	66
mar458 - Gewässerökologie	68
mar461 - Functional marine biodiversity	70
phy616 - Computational Fluid Dynamics	72
phy648 - Wind Resources and their Applications	74
pre022 - Solar Energy	77
pre200 - Selected Renewable Energy Technologies	80
phy641 - Energy Resources & Systems	82
phy647 - Future Power Supply Systems	85
pre025 - Wind Energy and Storage	87
pre152 - Resilient Energy Systems	89
wir924 - Ecological Economics	91
wir890 - Climate Economics	93
wir889 - Applied Environmental Economics	94
wir901 - Environmental Economics	95
mar375 - Modelle in der Populationsdynamik	96
mar374 - Nichtlineare Dynamik im Erdsystem	98

mar369 - Kritische Zustände im System Erde: Kipppunkte und Resilienz	101
.....	101
mar367 - Ozeanmodelle	103
.....	103
mar368 - Klimamodelle	106
.....	106
mar753 - Netzwerke und Komplexität	109
.....	109
mar754 - Modellierung komplexer Systeme	111
.....	111
mar755 - Fluidodynamik I	113
.....	113
mar757 - Fluidodynamik II	115
.....	115
mar756 - Hydrogeologische Modellierung	117
.....	117
mar376 - Statistische Ökologie	119
.....	119
mar364 - Zeitreihenanalyse	121
.....	121
mar365 - Stochastische Prozesse	123
.....	123
wir808 - Multivariate Statistik	125
.....	125
mat843 - Elemente Multivariater Statistik	126
.....	126
mat837 - Extremwertstatistik und Anwendungen	128
.....	128
mat847 - Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik	130
.....	130
mat839 - Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsmodelle	132
.....	132
mat849 - Statistische Algorithmen	134
.....	134
mar768 - Statistische Analyse	136
.....	136
mar366 - Current topics in modelling and data analysis	138
.....	138
inf651 - Betriebliche Umweltinformationssysteme	140
.....	140
inf659 - Betriebliche Umweltinformationssysteme II	142
.....	142
inf511 - Smart Grid Management	145
.....	145

inf510 - Energieinformationssysteme	147
inf535 - Computational Intelligence I	149
inf536 - Computational Intelligence II	151
mar779 - Computerorientierte Physik	153
inf810 - Spezielle Themen der Informatik I	155
inf811 - Spezielle Themen der Informatik II	157
inf812 - Aktuelle Themen der Informatik I	159
inf813 - Aktuelle Themen der Informatik II	161
inf006 - Softwaretechnik II	163
inf5408 - Angewandtes Deep Learning in PyTorch	166
mar780 - Praxis-Seminar Modellierungsstudie (PSMS)	168
mar800 - Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt	169
mam - Masterarbeitsmodul	171

Mastermodule

mar700 - Einführung in die Umweltmodellierung

Modulbezeichnung	Einführung in die Umweltmodellierung
Modulkürzel	mar700
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Feudel, Ulrike (Modulverantwortung) • Umweltmodellierung, Lehrende (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse der Umweltmodellierung. Sie haben einen ersten Einblick in die wesentlich am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppen und deren aktuelle Forschungsthemen. Sie kennen zentrale Arbeitsgebiete der Umweltmodellierung aus der Sicht verschiedener Experten und die dabei genutzten Methoden. Sie haben gelernt, sich mit wissenschaftlichen Fragen selbstständig und kritisch auseinander zu setzen.</p>
Modulinhalte	<p>Ring-Vorlesung Einführung in die Umweltmodellierung</p> <p>In der Ring-Vorlesung präsentieren Lehrende der beteiligten Arbeitsgruppen ggf. unter Mitwirkung von Gastwissenschaftlern Lehrinhalte aus dem Arbeitsgebiet, in dem sie forschen.</p> <p>Die Studierenden wählen sich eine der Arbeitsgruppen aus, in der sie tieferen Einblick in die Forschungsthemen der gewählten Arbeitsgruppe bekommen.</p> <p>In einer Hausarbeit wird unter Leitung von Lehrenden dieser Arbeitsgruppe selbstständig ein wissenschaftliches Thema bearbeitet.</p>
Literaturempfehlungen	Wird in den Veranstaltungen eingeführt, aktuelle Publikationen in Fachzeitschriften
Links	
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt (Entsprechend der Zulassungszahl)
Hinweise	<p>Vorlesung mit Diskussionsanteilen;</p> <p>angeleitetes bzw. teilweise selbstständiges Arbeiten am Computer mit gängigen Software-Werkzeugen;</p> <p>eigenständiger Umgang mit Literatur und computergestützter Präsentationstechnik</p>
Modulart	Pflicht / Mandatory
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Ring-Vorlesung Einführung in die Umweltmodellierung Übung zur Einführung in die Umweltmodellierung
Vorkenntnisse	für den Übungssteil: Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Grundkenntnisse von Modellierungstechniken

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	Nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.	<p>1 benotete Prüfungsleistung Hausarbeit oder Praktikumsbericht oder Portfolio oder Seminararbeit</p> <p>Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar353 - Grundlagen mathematischer Modellierung

Modulbezeichnung	Grundlagen mathematischer Modellierung
Modulkürzel	mar353
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kohlmeier, Cora (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>Fachkompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none">- erlernen die Bedeutung der mathematischen Modellierung und deren interdisziplinäre Anwendung- erkennen den Unterschied von Differenzen- und Differentialgleichungssystemen- verstehen den Unterschied zwischen analytischer und numerischer Lösung von Differentialgleichungen- erlernen die Bedeutung von Eigenwerten und Eigenvektoren <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none">- stellen Modelle zu verschiedenen Fragestellungen auf- analysieren eigenständig Modelle mit den erlernten Methoden- beschreiben verbal Prozesse vorgegebener Differentialgleichungssysteme <p>Sozial- und Selbstkompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none">- stellen Simulationsergebnisse grafisch dar- erklären, diskutieren und hinterfragen Modellergebnisse- können Informationen aus Fachdisziplinen aufbereiten und zur Modellbildung einsetzen
Modulinhalte	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Grundlagen der Analysis,- empirische und prozessorientierte Modelle,- Differenzen- und Differentialgleichungsmodelle,- exponentielles und logistisches Wachstum, Sättigung- Räuber-Beute-Modelle (Phytoplankton-Zooplankton-Modell),- zweidimensionale lineare Systeme,- Altersklassenmodell,- räumlich ausgedehnte Systeme, zelluläre Automaten <p>Methodik</p> <ul style="list-style-type: none">- Erstellung und Analyse mathematischer Modelle an Beispielen natürlicher Systeme,- Fixpunktbestimmung und Stabilitätsanalyse,- numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen (Euler-Verfahren),- Eigenwert- und Eigenvektorbestimmung,- Grundlagen der Programmierung in MATLAB
Literaturempfehlungen	Vorlesungsskript
Links	
Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective

Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung		
	VL Grundlagen mathematischer Modellierung Ü Grundlagen mathematischer Modellierung		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung	
		<u>Aktive Teilnahme</u> Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus
Vorlesung		2	WiSe
Übung		2	WiSe
Präsenzzeit Modul insgesamt			56 h

inf962 - Fundamental Competencies in Computing Science III: Algorithms and Computational Problem Solving

Modulbezeichnung	Fundamental Competencies in Computing Science III: Algorithms and Computational Problem Solving
Modulkürzel	inf962
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Applied Economics and Data Science (Master) > Data Science• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Basiskompetenzen/Grundlagen• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Vogel-Sonnenschein, Ute (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Es sind keine spezifischen Kenntnisse erforderlich, um an diesem Modul teilzunehmen.

Kompetenzziele

Absolvent*innen des Moduls haben ein tiefergehendes Verständnis von grundlegenden Theorien und Techniken der Informatik erworben und können auftretende Probleme einordnen. Die Studenten werden damit befähigt, einfache Aufgabenstellungen aus ihrem Fachgebiet mit Mitteln der Informatik zu strukturieren, zu modellieren und Lösungsansätze zu entwerfen und den Lösungsaufwand abzuschätzen. Sie haben ein Grundverständnis für den Entwurf und den Einsatz von relationalen Datenbanken.

Dieser Kurs vermittelt Studierenden grundlegende Fähigkeiten in der rechnergestützten Problemlösung, die für die Bewältigung nachfolgender Kurse in Informatik notwendig sind.

Fachkompetenzen:

Die Studierenden

- benennen die grundlegenden Konzepte der von Neumann-schen Rechnerarchitektur,
- beschreiben Konzepte der rechnerischen Repräsentation von Informationen und deren Grenzen,
- nutzen grundlegende Datenstrukturen und Algorithmen und können über deren Komplexität argumentieren,
- modellieren einfache Sachverhalte mit formalen Konzepten wie Automaten und formalen Sprachen,
- entwerfen relationale Datenbanken und benennen die Vorteile einer datenbankgestützten Speicherung.

Methodenkompetenzen:

Die Studierenden

- analysieren Probleme aus ihrem Anwendungsbereich,
- entwerfen sachangemessene Lösungen für einfache Problemstellungen mittels der Programmiersprache Python und schätzen den Aufwand für die Ausführung ab,
- entwerfen einfache objektorientierte Modelle und implementieren diese in Python und setzen eine einfache IDE zur Erstellung von Python-Skripten ein,
- diskutieren alternative rechnerische Darstellungen von Daten und Problemen und ziehen daraus fundierte Schlüsse für spätere Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen,
- stellen Anfragen an relationale Datenbank über eine einfaches Datenbankmanagementsystem und können Anfragen an Datenbanken sowohl über ein DBMS als auch über die SQL-Schnittstelle von Programmiersprachen stellen,
- erarbeiten sich die Syntax einfacher neuer Konstrukte anhand von formalen Konzepten.

Soziale Kompetenzen:

Die Studierenden

- präsentieren und diskutieren ihre Lösungen in einem interdisziplinären Team,
- erarbeiten Lösungen zu einfachen Problemstellungen kooperativ im

Team.

Selbstkompetenzen:

Die Studierenden

- reflektieren grundlegende Entwurfsentscheidungen in Algorithmen und Datenstrukturen kritisch,
- vertiefen ihre Fähigkeiten im Zeitmanagement.

Modulinhalte

- von-Neumannsche Rechnerarchitektur, Aufgaben von Betriebssystemen
- Computerdarstellung von Informationen,
- formale Sprachen, Grammatik und Automaten,
- grundlegende Datenstrukturen,
- Algorithmen und Komplexität,
- Programmierung einfacher objektorientierter Lösungen in Python
- Grundlegende Konzepte SQL-basierter Datenbanken

Literaturempfehlungen

1. Robert Sedgewick und Kevin Wayne
Algorithms
2011, ISBN: 032157351X
2. Hans Petter Langtangen
A Primer on Scientific Programming with Python
Springer Berlin Heidelberg, 2014, ISBN: 9783642549595
3. Robert Sedgewick und Kevin Wayne
Computer science : an interdisciplinary approach
Boston Columbus Indianapolis New York San Francisco Amsterdam
Cape Town Dubai
London Marid Milan Munich Paris Montreal Toronto Delhi Mexico City
São Paulo
Sydney Hong Kong Seoul Singapore Taipei Tokyo Addison-Wesley,
2017, ISBN:
0134076427;
4. John Guttag
*Introduction to computation and programming using Python : with
application to
understanding data*
Cambridge, Massachusetts London, England The MIT Press, 2016,
ISBN:
9780262529624
5. Paul Gries, Jennifer Campbell, Jason Montojo und Jennifer Campbell
**Practical programming : an introduction to computer science
using Python 3.6**
Raleigh, North Carolina The Pragmatic Bookshelf, 2017, ISBN:
9781680502688
6. Gerard Blanchet
Computer architecture
Hoboken, NJ Wiley, 2013, ISBN: 1118577795
7. J. Glenn Brookshear und Dennis Brylow
Computer science : an overview
Boston Munich u.a. Pearson, 2015, ISBN: 1292061162;
8. John Zelle:
Python Programming : An Introduction to Computer Science
3rd edition, Franklin, Beedle, 2017
9. Brad Miller, David Ranum,
*How to think like a Computer Scientist" , Online-Course Python for
newbies:*
e-Book: <http://openbookproject.net/thinkcs/python/english3e/>

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jedes Wintersemester
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Dieses Modul vermittelt Studierenden mit nicht-informatischem Hintergrund die

Fähigkeiten zur rechnergestützten Problemlösung, die für die Bewältigung nachfolgender Kurse in Informatik erforderlich sind. Es ist nicht für Studierende mit Informatikhintergrund gedacht.

Lehr-/Lernform		V+Ü		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul				
	Die Prüfung findet in den ersten drei Wochen nach Ende der Veranstaltungszeit statt.	Fachpraktische Übungen und Klausur oder		
	Die Wiederholungsprüfung findet in den letzten drei Wochen vor Beginn der nächsten Veranstaltungszeit statt.	Fachpraktische Übungen und mündliche Prüfung (bei weniger als 20 Teilnehmenden)		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	WiSe	56
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				84 h

mat988 - Mathematik für Umweltwissenschaften I

Modulbezeichnung	Mathematik für Umweltwissenschaften I	
Modulkürzel	mat988	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung) • Vertman, Boris (Modulverantwortung) • Werner, Tino (Modulberatung) • Schöpfer, Frank (Modulberatung) • Shestakov, Ivan (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Aufbauend auf einem mittleren Abiturwissen werden Teile des Schulstoffs wiederholt (Ableitung und Integral), ergänzt (allgemeiner Abbildungsbegriff, Folgen und Reihen) und weiterentwickelt (Taylorreihe, Differentialgleichungen). Die Mathematik wird dabei im Wesentlichen ohne Beweise als "Handwerkszeug" präsentiert. Die Ideen hinter den Begriffen und die Bedeutung der Ergebnisse werden jedoch ausführlich erklärt. Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ihr Schulwissen wiederholen und festigen, - die Anwendung von Mathematik in Biologie und Umweltwissenschaften mit zahlreichen praktischen Übungsaufgaben lernen, - die grundlegenden Formen von diskreten und kontinuierlichen, ungebremsten und gebremsten Wachstumsprozessen kennenlernen, - erfahren, wie analytisches und abstraktes Denken bei dem Studium realer Probleme helfen kann, - (insb. bei der Linearen Algebra) ihr allgemeines Wissen mathematischer Methoden und Modelle verbreitern, üben und die Voraussetzungen für Weitergehendes erwerben. 	
Modulinhalte	<p>Analysis: Folgen und Konvergenz: Abbildungen und Funktionen, rekursiv definierte Folgen und diskrete Wachstumsmodelle, Konvergenz, Reihen. Reelle Funktionen: Grenzwert und Stetigkeit, Exponential- und trigonometrische Funktionen, Koordinatentransformationen. Differential- und Integralrechnung: Ableitung und Integral, Mittelwertsatz, Taylorentwicklung, Newton-Verfahren, Hauptsatz, uneigentliche Integrale. Differentialgleichungen: Einfache Differentialgleichungen 1. Ordnung (linear homogen und inhomogen, logistisch), Richtungsfeld, stationäre Zustände und Stabilität, Anwendungen. Differentialgleichungen mit getrennten Variablen. Differentialgleichungen höherer Ordnung und Systeme. Schwingungsgleichung.</p>	
Literaturempfehlungen	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.	
Links		
Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende des Semesters	1 benotete Prüfungsleistung Klausur
		Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der

Prüfung		Prüfungszeiten		Prüfungsform	
				Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload	Präsenz
Vorlesung		3	WiSe		42
Übung		1	WiSe		14
Präsenzzeit Modul insgesamt					56 h

mat989 - Mathematik für Umweltwissenschaften II

Modulbezeichnung	Mathematik für Umweltwissenschaften II	
Modulkürzel	mat989	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung) • Vertman, Boris (Modulverantwortung) • Schöpfer, Frank (Modulberatung) • Shestakov, Ivan (Modulberatung) • Werner, Tino (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Aufbauend auf einem mittleren Abiturwissen werden Teile des Schulstoffs wiederholt (Ableitung und Integral), ergänzt (allgemeiner Abbildungsbegriff, Folgen und Reihen) und weiterentwickelt (Taylorreihe, Differentialgleichungen). Die Mathematik wird dabei im Wesentlichen ohne Beweise als "Handwerkszeug" präsentiert. Die Ideen hinter den Begriffen und die Bedeutung der Ergebnisse werden jedoch ausführlich erklärt. Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ihr Schulwissen wiederholen und festigen, - die Anwendung von Mathematik in Biologie und Umweltwissenschaften mit zahlreichen praktischen Übungsaufgaben lernen, - die grundlegenden Formen von diskreten und kontinuierlichen, ungebremsten und gebremsten Wachstumsprozessen kennenlernen, - erfahren, wie analytisches und abstraktes Denken bei dem Studium realer Probleme helfen kann, - (insb. bei der Linearen Algebra) ihr allgemeines Wissen mathematischer Methoden und Modelle verbreitern, üben und die Voraussetzungen für Weitergehendes erwerben, - bei der Stochastik Datenauswertung mit einem Statistikprogramm lernen. 	
Modulinhalte	<p>Stochastik, Beschreibende Statistik: Merkmale, Maßzahlen und Darstellungen von univariaten und bivariaten Stichproben, Regression. Wahrscheinlichkeitstheorie: Wahrscheinlichkeitsraum und -maß, Ereignisse, Unabhängigkeit, Zufallsvariable, Verteilungsfunktion, Erwartungswert und Varianz, die wichtigsten Verteilungen. Schließende Statistik: Schätzverfahren, Konfidenzintervalle, Beispiele, die Idee des statistischen Test (Hypothesen, Stichprobenraum, Ablehnungsbereich, Gütefunktion, p-Wert), Tests für normalverteilte Zufallsvariable, χ^2-Tests, verteilungsunabhängige Verfahren. Lineare Algebra: Vektorraum, Unterraum, lineare Unabhängigkeit, Basis, Dimension. Lineare Abbildungen und Matrizen, Zusammenhang, Dimensionsformel, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus. Determinante, Eigenwerte und Eigenvektoren.</p>	
Literaturempfehlungen	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.	
Links		
Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlmodul / Opportunity	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung	
Vorkenntnisse	mat988	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende des Semesters	1 benotete Prüfungsleistung Klausur
		Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar997 - Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften

Modulbezeichnung	Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften
Modulkürzel	mar997
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h

Verwendbarkeit des Moduls

- Fach-Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit juristischem Schwerpunkt (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit juristischem Schwerpunkt (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Biologie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Biologie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Chemie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie mehr...
- Fach-Bachelor Chemie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Comparative and European Law (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Comparative and European Law (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Engineering Physics (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Engineering Physics (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Informatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Informatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Interkulturelle Bildung und Beratung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Interkulturelle Bildung und Beratung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Mathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Mathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Nachhaltigkeitsökonomik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Nachhaltigkeitsökonomik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Pädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Pädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Pädagogisches Handeln in der Migrationsgesellschaft (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Pädagogisches Handeln in der Migrationsgesellschaft (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Physik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Physik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Physik, Technik und Medizin (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Physik, Technik und Medizin (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Sozialwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Sozialwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Umweltwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Umweltwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Wirtschaftsinformatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Wirtschaftsinformatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Fach-Bachelor Wirtschaftswissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Fach-Bachelor Wirtschaftswissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
- Zwei-Fächer-Bachelor Anglistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie

- Zwei-Fächer-Bachelor Anglistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Biologie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Biologie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Chemie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Chemie (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Elementarmathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Elementarmathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Ev. Theologie und Religionspädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Ev. Theologie und Religionspädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Gender Studies (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Gender Studies (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Germanistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Germanistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Geschichte (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Geschichte (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Informatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Informatik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Interdisziplinäre Sachbildung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Interdisziplinäre Sachbildung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Kunst und Medien (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Kunst und Medien (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Materielle Kultur: Textil (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Materielle Kultur: Textil (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Mathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Mathematik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Musik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Musik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Niederdeutsch (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Niederdeutsch (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Niederlandistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Niederlandistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Ökonomische Bildung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Ökonomische Bildung (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Pädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Pädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Philosophie / Werte u. Normen (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Philosophie / Werte u. Normen (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Physik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Physik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
- Zwei-Fächer-Bachelor Politik-Wirtschaft (Bachelor) > Fachnahe

- Angebote Biologie
- Zwei-Fächer-Bachelor Politik-Wirtschaft (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Slavistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Slavistik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sonderpädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sonderpädagogik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sozialwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sozialwissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sportwissenschaft (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Sportwissenschaft (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Technik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Technik (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften
 - Zwei-Fächer-Bachelor Wirtschaftswissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Biologie
 - Zwei-Fächer-Bachelor Wirtschaftswissenschaften (Bachelor) > Fachnahe Angebote Umweltwissenschaften

Zuständige Personen

- Freund, Jan (Modulverantwortung)
- Hillebrand, Helmut (Modulberatung)
- Winklhofer, Michael (Modulberatung)
- Zotz, Gerhard (Modulberatung)

Teilnahmevoraussetzungen

Kompetenzziele

Fachkompetenzen:

- Einsicht in die Notwendigkeit einer Einbeziehung stochastischer Konzepte in die empirische Forschung
- Das Verständnis für die grundlegende Schlussweise datengestützter empirischer Forschung.
- Einsicht in die Bedeutung von und Befähigung zur Formulierung wissenschaftlicher Hypothesen.
- Die Befähigung zu Design und Planung von Experimenten bzw. Feldstudien.

Methodenkompetenzen:

- Die Befähigung zur vollumfänglichen, selbständigen Durchführung statistischer Auswertungen.
- Die Befähigung, erzielte Resultate mit verlässlicher Angabe von Fehlern und Konfidenzen zusammenzufassen.

Sozialkompetenzen:

- Die Befähigung, Antworten im Kontext einer Ausgangsfragestellung und daraus formulierter Hypothese verlässlich kommunizieren zu können.

Selbstkompetenzen

- Das Reflektieren des Handelns bei der Problembeschreibung und der Entwicklung von Lösungsansätzen.

Modulinhalte

Beschreibung und Anwendung statistischer Verfahren im Kontext biologischer und umweltwissenschaftlicher Forschungsprojekte:

- Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Zufallsvariablen, Stichproben, statistische Unabhängigkeit Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Charakterisierung durch deskriptive Statistik
- Hypothesentest: Herangehensweise, Fehler erster und zweiter Art, t-test,

- Parametrische und Nichtparametrische Methoden
- ANOVA und Posthoc-Tests, multiples Testen
- Regression und Korrelation, ANCOVA
- Variablentransformationen, Monte-Carlo Verfahren

Praktische Beispiele aus dem Bereich der Biologie und Umweltwissenschaften bilden stets die Grundlage für die Einführung sämtlicher Begriffe und für ihre Berechnung mit der Statistik Software „R“.

Literaturempfehlungen

Crawley. M.J. (2015) Statistics: an introduction using R. 2. ed., Chichester: Wiley

Heddrich. J., Sachs. L. (2016) Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R. 15., überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin; Heidelberg: Springer Spektrum.

Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P. (2012) Biostatistik: eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler. 5., aktualisierte und erw. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer-Spektrum.

Rudolf, M., Kuhlisch, W. (2008) Biostatistik: eine Einführung für Biowissenschaftler [studentengetestet!]. München; Boston; San Francisco; Harlow, England: Pearson Studium.

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	45 (
	Platzvergabe nach zeitlicher Staffelung in Stud.IP, eigener Laptop notwendig!
)
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL, Ü
Vorkenntnisse	nützliche Vorkenntnisse: mathematische Grundkenntnisse, Umgang mit Softwaresystemen (u.a. Tabellenkalkulationsprogrammen wie Excel) sowie der Statistik Software „R“

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Absprache in der ersten Lehrveranstaltung

1 Prüfungsleistung:

1 Klausur (Fragen zum Veranstaltungsinhalt und Lösung anwendungsorientierter Aufgaben unter Einsatz von Statistik-Programmsystemen) (ca. 90 Min.) oder 1 mündliche Prüfung (ca. 30 Min.) oder 1 Referat (ca. 15 Min.) oder 1 Portfolio (5 - 10 Leistungen) oder 1 fachpraktische Prüfung (testierte Übungsaufgaben)

Aktive Teilnahme:

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2		28
Übung		2		28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar715 - Grundlagen Biologie/Ökologie

Modulbezeichnung	Grundlagen Biologie/Ökologie
Modulkürzel	mar715
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Garcia, Sarahi Lorena (Modulverantwortung)• Brinkhoff, Thorsten Henning (Modulberatung)• Giebel, Helge-Ansgar (Modulberatung)• Hillebrand, Helmut (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/SE Discussions on aquatic microbiology

In the course "Aquatic microbiology" students learn about Bacteria, Archaea, and Eukarya, their origin and fate, and the processes they mediate in the aquatic environment. Students identify the role of aquatic microorganisms in the biogeochemical cycles and learn about classical and molecular based methods to study aquatic microorganism.

Specialist skills

The students:

- deepen their specialist knowledge of microorganisms
- are able to describe the importance of microorganisms in biochemical cycles

Allgemeine Ökologie (VL)

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die theoretischen Grundlagen der verschiedenen Disziplinen der Ökologie und können sie in der Praxis anwenden. Sie können Ergebnisse aus der ökologischen Literatur und aus eigenen Untersuchungen auswerten, darstellen und kritisch interpretieren.

Modulinhalte

VL/SE Discussions on aquatic microbiology

Early Earth and diversification of life, Exploring the Microbial World, Metabolic diversity of microorganisms, Carbon cycle, Ecological diversity of phototrophic bacteria, Diversity of microbial Eukarya, Photosynthesis through evolution, Diversity of Archaea, Nitrogen cycle, Microbial Symbiosis, and Fate of Microorganisms in the aquatic environments.

Allgemeine Ökologie (VL)

Theoretische Grundlagen, Ressourcen, Populationsökologie, biologische Interaktionen, Lebensgemeinschaften, Ökosysteme

Literaturempfehlungen

VL/SE Discussions on aquatic microbiology

Brock Biology of Microorganisms

Scientific articles will also be suggested by the lecturer

Allgemeine Ökologie (VL)

Nentwig, W., Bacher, S., Brandl, R., 2007. Ökologie kompakt. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
Begon, Harper, Townsend, Ecology, 4th edition, Blackwell
Smith & Smith Ökologie, Pearson

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich

Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	VL/SE Discussions on aquatic microbiology VL Allgemeine Ökologie	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar716 - Geochemie

Modulbezeichnung	Geochemie
Modulkürzel	mar716
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Ehlert, Claudia (Modulverantwortung)• Pahnke-May, Katharina (Modulberatung)• Wilkes, Heinz (Modulberatung)

Teilnahmevoraussetzungen

Kompetenzziele

Einführung in die Organische Geochemie (VL) / Anorganische Geochemie (VL)

Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls:

- (i) Grundlagenwissen über die organisch-geochemischen Aspekte der Umweltwissenschaften.
- (ii) Grundlagenwissen über die anorganisch-geochemischen Aspekte der Umweltwissenschaften.
- (iii) Grundlagenwissen über die geochemisch bedeutsamen Kreislaufprozesse des Kohlenstoffs auf unserer Erde.
- (iv) Grundlagenwissen über die geochemisch bedeutsamen Elementkreisläufe
- (v) Verständnis umweltwissenschaftlich relevanter geochemischer Prozesse in der Geosphäre und deren Beziehungen zu Atmo-, Bio- und Hydrosphäre
- (vi) Fähigkeiten zum eigenständigen Erschließen geochemischer Literatur bzw. Informationen.

Modulinhalte

Einführung in die Organische Geochemie (VL):

Kreislauf des organischen Kohlenstoffs, Herkunft, Aufbau und Zusammensetzung von organischem Material; Erhaltung Ablagerung von organischem Material; Umwandlung während Dia- und Katagenese (Erhaltungsfähigkeit, Makromoleküle, Kerogenbildung, Entstehung von Erdöl und Erdgas), Verbleib in der Geosphäre über geologische Zeiträume; Kohlenstoff-Isotopenzusammensetzung; geochemisch wichtige, molekulare Prozesse am Beispiel ausgewählter Verbindungen und Stoffgruppen (*n*-Alkane, Isoprenoide, Membranlipide, Steroide, Hopanoide, Alkenone), Interpretation geochemischer Parameter und Indices, Anwendungsbeispiele.

Anorganische Geochemie (VL):

Entstehung und Häufigkeit der Elemente, Bildung und Alter der Erde, Genese magmatischer Gesteine, Plattentektonik, Gesteinsmetamorphose und geologischer Kreislauf, Sedimentation von anorganischem Material und dessen Verbleib in der Geosphäre über geologische Zeiträume, Prozesse in der Wassersäule in unterschiedlichen Sedimentationsräumen.

Literaturempfehlungen

Killops, S. & Killops, V., 2004: Introduction to Organic Geochemistry 2. Aufl., Blackwell. <https://sites.google.com/site/killopsio/>
Schwarzbauer, J. & Jovancicevic, B. 2016: Fossil Matter in the Geosphere, Springer, ISBN-10: 3319361848
Schwarzbauer, J. & Jovancicevic, B. 2016: From Biomolecules to Chemofossils, Springer, ISBN-10: 3319272411
Bianchi, T.S. & Canuel, E.A., 2011: Chemical Biomarkers in Aquatic Ecosystems, Princeton University Press
Broecker, W.S. 1995: Labor Erde: Bausteine für einen lebensfreundlichen Planeten, Springer.
F.J. Millero, 1996: Chemical Oceanography, 2.:Aufl., CRC Press.
S.M. Libes, 1992: An Introduction to Marine Biogeochemistry, Wiley.

Grotzinger, J. & John, T., 2017: Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Aufl., Springer Spektrum, 769 S.
 Bahlburg, H., Breitzkreuz, C.: 2008, Grundlagen der Geologie, Springer Spektrum, 423 S.
 Okrusch, M., Matthes, S., 2009: Mineralogie: eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde, Springer, 658 S.
 Weitere Fachliteratur wird im Seminar bekannt gegeben.

Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wintersemester VL Einführung in die Organische Geochemie (3 KP, 2 SWS) VL Anorganische Geochemie (3 KP, 2 SWS)	
Vorkenntnisse	Nützliche Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Geowissenschaften und organischer Chemie	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben oder mündliche Prüfung.
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar355 - Physikalische Ozeanographie

Modulbezeichnung	Physikalische Ozeanographie
Modulkürzel	mar355
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Lettmann, Karsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden lernen die grundlegenden Mechanismen und Theorien der großskaligen Ozeanströmungen kennen. Sie sind in der Lage die Bedeutung einzelner physikalischer Prozesse in komplexen, geophysikalischen Strömungen zu erkennen und einzuordnen. Sie verstehen die wesentlichen Kraftgleichgewichte und Antriebe im Ozean.

Modulinhalte

VL Physikalische Ozeanographie

Hydrodynamische Grundgleichungen; Strömungen auf der rotierenden Erde; Geostrophie, Wellen, Gezeiten; windgetriebene Ozeanzirkulation (Ekman, Sverdrup, Stommel-Theorien); Themen der regionalen Ozeanographie (Nordsee, Ostsee, Atlantik).

SE Physikalische Ozeanographie

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen. Seminarvorträge behandeln regionale Aspekte sowie aktuelle Forschungsergebnisse.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik VL Physikalische Ozeanographie SE Physikalische Ozeanographie	
Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul

Wird in den Veranstaltungen zu Beginn durch den Dozenten/die Dozentin bekannt gegeben.

1 benotete Prüfungsleistung
Klausur oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar718 - Hydrodynamik

Modulbezeichnung	Hydrodynamik
Modulkürzel	mar718
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lettmann, Karsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Ziel dieses Modules ist die Einführung in die Strömungslehre/Hydrodynamik von Flüssigkeiten und Gasen. Das Modul vertieft und erweitert u.a. grundlegende mathematische Kenntnisse im Bereich der Vektoranalysis und partieller Differentialgleichungen und ihrer Differentialoperatoren (z.B. Gradient, Divergenz, Rotation und Laplace-Operator). Es werden die grundlegenden physikalischen Gesetze in Form von partiellen Differentialgleichungen eingeführt und Lösungen derselben für einfachere und idealisierte Strömungsformen (z.B. Hydrostatik, reibungsfreie Strömungen / Bernoullische Gleichung, laminare Schleichströmungen) erarbeitet. Das Modul führt weiter in Grundbegriffe turbulenter Strömungen ein. Es kann als Vorbereitung für weiterführende Veranstaltungen z.B. im Bereich der Ingenieurhydrodynamik, der Hydrologie, der Ozeanografie oder der Meteorologie betrachtet werden.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen die grundlegenden partiellen Differentialgleichungen im Rahmen der Strömungsmechanik (Kontinuitätsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, verschiedene Formen der thermischen Zustandsgleichung)
- können diese Differentialgleichungen aus einer kompakten vektoriellen Notation in die Komponentendarstellung in kartesischen Koordinaten umschreiben und umgekehrt
- können die Druckverteilung im Rahmen der Hydrostatik für einfache Probleme berechnen
- können mit Hilfe der Bernoullischen Gleichung Aussagen über den Druck oder die Geschwindigkeit in idealisierten, reibungsfreien Strömungen machen
- kennen die analytischen Lösungen der Navier-Stokes-Gleichung für idealisierte Schleichströmungen (z.B. Hagen-Poiseuille-Strömung) und können diese in praktischen Fragestellungen anwenden
- kennen einzelne Beispiele für Anwendungen der Hydrodynamik und Strömungsmechanik in anderen Fachdisziplinen (z.B. Wellenphänomene in der Ozeanografie)

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- übertragen und wenden Methoden der Vektoranalysis an, um die Herleitung der grundlegenden physikalischen Erhaltungsgleichungen zu verstehen und zu bewerten
- sind in der Lage, die umfassenden physikalischen Grundgleichungen in einfachen und idealisierten Problemstellungen auf ihren jeweils wichtigen Kern zu reduzieren und so einer analytischen Lösung zugänglich zu machen
- haben den allgemeinen Lösungsprozess zum Finden analytischer Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen verstanden und an einfachen Beispielen geübt

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- lösen die Probleme und Anwendungsaufgaben u.a. in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen der Probleme öffentlich im Rahmen der Übungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihre Lösungen u.a. während der Präsentation und im öffentlichen Diskussionsprozess
- lernen fachliche Hürden und persönliche Unzulänglichkeiten auszuhalten und durch eigene Anstrengungen zu überwinden

Modulinhalte

Skalare und Vektoren, Gradient, Divergenz, Rotation, Gauss'scher Satz,

Stokes'scher Satz, Kontinuumshypothese, Kontinuitätsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Diffusionsgleichung, Strom- und Bahnlinien, Euler und Bernoulli-Gleichung, Hydrostatik, Auftrieb, Kinematik, Dynamik, turbulente Strömungen, Anwendungen in der Meeresforschung

Literaturempfehlungen

Schade & Kunz, Strömungslehre, 3. Auflage Juli 2007

Aktuelle Literaturliste unter Stud.IP

Links

Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	VL Hydrodynamik (3 KP) Ü Hydrodynamik (3 KP)	
Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul

Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, nach Bekanntgabe durch die Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar470 - Programmierkurs Meereswissenschaften

Modulbezeichnung	Programmierkurs Meereswissenschaften
Modulkürzel	mar470
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Feenders, Christoph (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Ziel des Moduls ist eine grundlegende Einführung in die Programmierung mit MATLAB. Neben den Grundlagen der Programmierung liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Algorithmen. Ein besonderer Fokus liegt zusätzlich auf Aspekten der wissenschaftlichen Programmierung, bei der Reproduzierbarkeit und besonders gute Nachvollziehbarkeit entscheidend sind.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- beherrschen Programmiertechniken zur Datenanalyse, numerischen Simulation und Ergebnisdarstellung
- erkennen grundlegende Konzepte von Programmiersprachen, so dass sie Programme in verschiedenen Programmiersprachen verstehen zu können
- entwickeln Algorithmen selbständig mit Hilfe verschiedener Strategien
- beherrschen Strategien zur Fehlervermeidung und -suche

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- entwickeln Programme in einer Programmierumgebung
- lokalisieren Fehlerstellen mit Hilfe eines Debuggers
- analysieren Programmabläufe in Bezug auf ihr Zeitverhalten mittels Profiler

Sozial- & Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- diskutieren verschiedene Ansätze zu Problemlösungen
- reflektieren Lösungen in Bezug auf unterschiedliche Zielaspekte

Modulinhalte

Einführung in das Programmieren mit MATLAB. Grundlegende Konzepte der Programmierung: Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Datentypen und -strukturen, Algorithmenentwicklung.

Anwendungen: Rechnen mit Matrizen, Erstellen und Benutzen von Funktionen und Skripten, Visualisierung von Daten, Datenim- und -export, numerische Berechnungen und Lösen von Differentialgleichungen, Einführung in numerischen Algorithmen für verschiedene wissenschaftliche Anwendungen.

In den Übungen werden den Studierenden Hilfestellungen zu den selbständig zu bearbeitenden Aufgaben gegeben.

Literaturempfehlungen

F. Thuesel und F.P. Gennrich, Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave, Springer Spektrum, 2013

F. Haußer und Y. Luchko, Mathematische Modellierung mit MATLAB, Springer Spektrum, 2011

A. Quarteroni, F. Saleri, K. Sapelza, Wissenschaftliches Rechnen mit MATLAB, Springer, 2006

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
---------------------------	-------------------

Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	30 (Verfahren siehe StudIP)	
Modulart	Wahlmodul / Opportunity	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlbereich Praxis Blockveranstaltung VL/Ü Grundkurs Programmierung	
Vorkenntnisse	Nützlich: Vertrautheit im Umgang mit Rechnern	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul

Klausur oder fachpraktische Übung am Ende der Veranstaltungszeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur zu VL und Ü (max. 2 Stunden) oder mündliche Prüfung oder fachpraktische Übung (Programmieraufgabe mit mündlicher Kurzprüfung, max. 30 min) nach Maßgabe des Dozenten

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung und Übung
SWS	4
Angebotsrhythmus	WiSe
Workload Präsenzzeit	56 h

mar671 - Statistik-Software R: Einführung

Modulbezeichnung	Statistik-Software R: Einführung
Modulkürzel	mar671
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Kompetenzziele

- Exemplarisches Kennenlernen weiterer angrenzender Gebiete und damit Erweiterung des eigenen Fachwissens
- Kennenlernen von Anwendungen
- Fähigkeit, vorhandene Software zu verstehen, einzubinden und anzuwenden
- Vertiefung, auch exemplarisch, der im Grundlagenbereich erworbenen Kenntnisse
- Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen
- Erweiterung des mathematischen Wissens, vor allem aus der Statistik
- Kennenlernen von Software zur Statistik
- Fähigkeit, vorhandene Statistiksoftware und Anwendungspakete zu verstehen, einzubinden und anzuwenden

Software-Kompetenzen

- die Studierenden können die Software R eigenständig zur Lösung statistischer Probleme anwenden
- sie lernen das R-Ökosystem in seiner Organisation mit CRAN, R-Code, den vielen Foren, Mailinglisten, den vielen bereitgestellten Ergänzungspaketen zu R kennen und können sich darin eigenständig mit Information versorgen
- sie können eigenständig für die Problemstellung relevante Ergänzungspakete identifizieren, installieren und verwenden
- sie verstehen in wesentlichen Zügen, wie der Interpreter R Code auf dem Rechner umsetzt, und können so Fehler in eigenem und fremden Code identifizieren

Programmierkompetenzen

- in einem Kurs zur Statistischen Software R werden den Studierenden Grundlagen der Programmierung vermittelt
- die Studierenden machen Erfahrungen im gemeinsamen Programmieren und lernen dabei gute Dokumentation, Kommentierung und Coding Standards wertschätzen
- sie kennen Tools zur Organisation und Versionierung gemeinsamen Programmiercodes wie git, gitlab

statistische Kompetenzen

- die Studierenden können für eine statistische Fragestellung die geeigneten Verfahren identifizieren und in ihrer Aussage Tragweite einschätzen
- sie haben ein tieferes Verständnis dafür, wie prädiktive Modelle in R deklariert werden und können diese passgenau in praktischen Anwendungen formulieren
- sie können statistische Sachverhalte geeignet graphisch illustrieren und diagnostische Plots zur Bewertung der Güte der eingesetzten Verfahren auswählen
- sie sind in der Lage, Fachfremden Inhalt und Tragweite der eigenen statistischen Analyse zu vermitteln

Kompetenzen bei der Organisation gemeinsam verfasster wissenschaftlicher Arbeiten

- die Studierenden sammeln Erfahrung bei der Organisation von Programmierung und beim Verfassen wissenschaftlicher Texte in Gruppen
- sie setzen Werkzeuge des "literate programming" wie Sweave und knitr ein, um für eine einheitliche Verwebung von Analyse-Code, Daten und Bericht/Auswertung zu sorgen
- sie beachten aktiv die FAIR - Prinzipien des Forschungsdatenmanagements

Modulinhalte

Vorbereitung und Installation von R; Interaktion mit R: die GUI, R-Studio, Pakete, Dokumentation & Hilfe; eine Beispielsession; Objekte inspizieren, erzeugen, speichern, laden; Datenimport; Grunddatenstrukturen: Vektoren, Listen, Matrizen, Data.frames; Indizierung; Funktionen: Aufbau und Aufruf; Explorative Datenanalyse und Tests in R; Simulationen in R, Graphik;

Literaturempfehlungen

- Ligges, U. Programmieren mit R. Springer
- Chambers, John. Software for data analysis: programming with R. Springer.
- Dalgaard, Peter. Introductory statistics with R. Springer.
- Venables, William, and Brian D. Ripley. S programming. Springer.
- Wickham, Hadley. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer.
- Xie, Yihui. Dynamic Documents with R and knitr. CRC Press, 2013.

Links	
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL R-Kurs /Einführung und Fortgeschrittene (3 KP) Ü R-Kurs /Einführung und Fortgeschrittene (3 KP)
	(als Teil des Moduls "Statistisches Praktikum" i. d. Mathematik)

Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<p>1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p>Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar354 - Advanced mathematical modelling

Modulbezeichnung	Advanced mathematical modelling
Modulkürzel	mar354
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Blasius, Bernd (Modulverantwortung) • Ryabov, Alexey (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse in mathematischer Modellierung mit besonderer Spezialisierung auf moderne Anwendungen in ungeordneten Systemen und Extremereignissen. Sie erlernen Modelle zu verschiedenen Fragestellungen aufzustellen und zu analysieren, die Ergebnisse darzustellen und kritisch zu hinterfragen.</p>
Modulinhalte	<p>Modelling approaches for random processes in biological, environmental, natural and social systems with a focus on modern applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to random numbers and probability distributions (moments, generating functions) - Stochastic processes and random walks - Models of animal movement (Levy walks and flights) - Power laws (scale-free distributions, extreme events, inequality) - Fractals and surface growth models - Preferential attachment (Simon model, neutral theory of biodiversity, scale free networks) - Scaling theory (metabolic scaling, distribution networks)
Literaturempfehlungen	<p>D. Stirzaker (Cambridge). Probability and random variables: a beginners guide.</p> <p>Grimmet & Stirzaker (Oxford). Probability and random processes.</p> <p>W. Feller (Wiley). An introduction to probability theory and its applications I & II.</p> <p>M. Schroeder (Freeman). Fractals, chaos, power laws: Minutes from an infinite paradise.</p> <p>Van Kampen (NorthHolland). Stochastic processes in physics and chemistry.</p> <p>D. ben-Avraham & S. Havlin (Cambridge). Diffusion and reactions in fractals and disordered systems.</p>
Links	
Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	<p>Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung</p> <p>VL Advanced mathematical modelling Ü Advanced mathematical modelling</p>
Vorkenntnisse	Nützlich: Grundlagen der mathematischen Modellierung, Programmiererfahrung in Matlab oder verwandter Sprache
Prüfung	<p>Prüfungszeiten</p> <p>Prüfungsform</p>

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Gesamtmodul

Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung.
Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar672 - Bodenkunde, Hydrologie und Ökosystem

Modulbezeichnung	Bodenkunde, Hydrologie und Ökosystem
Modulkürzel	mar672
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Massmann, Gudrun (Modulverantwortung)• Maurischat, Philipp (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls

- (i) Grundlagenwissen über den Bereich der Bodenkunde
- (ii) Grundlagenwissen im Bereich der Hydrologie
- (iii) Grundlagenwissen der ökosystemaren Zusammenhänge im Bereich der Vegetationsökologie
- (vi) vertiefte Fähigkeit zur Auswertung und Darstellung bodenkundlich-hydrologisch-vegetationskundlicher Untersuchungen
- (vii) Fähigkeiten zum eigenständigen Erschließen bodenkundlich-hydrologisch-vegetationskundlicher Literatur bzw. Informationen

Modulinhalte

Hydrologie:

Wasserkreislauf, Grundbegriffe der Hydrologie, hydrologische und hydrogeologische Prozesse und Speicher, Mess- und Berechnungsverfahren, Wasserchemismus, Gewässerschutz.

Bodenkunde:

Eigenschaften von Böden, Nährstoffe und Schadstoffe, Bodengefährdungen und Bodenschutz.

Messmethoden und -berechnungen.

Einführung in den Stoffhaushalt von Pflanzenbeständen Mitteleuropas:

Eigenschaften von Ökosystemen hinsichtlich ihrer Produktivität

Phosphorhaushalt, Stickstoffhaushalt, Kohlenstoffhaushalt Wasserhaushalt

Stoffflüsse, Stofftransporte

Zusammenhänge zwischen Nährstoffeinträgen in Ökosysteme und Biodiversität

Literaturempfehlungen

Blum (2007): Bodenkunde in Stichworten. 6. Aufl. Borntraeger, Stuttgart
Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5)
Baumgartner & Liebscher (1996): Allgemeine
Hydrologie Hölting & Coldewey (2005): Hydrogeologie
Schulze, Beck, Müller-Hohenstein: Pflanzenökologie. Spektrum Verlag 2004
Smith, Smith (2009): Ökologie, Pearson Studium
Beierkuhnlein (2007): Biogeographie, UTB Taiz,
Zeiger (2007): Plant Physiology

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wintersemester VL Bodenkunde (1,5 KP, 1 SWS) VL Hydrologie (3 KP, 2 SWS) VL Einführung in den Stoffhaushalt von Pflanzenbeständen Mitteleuropas (1,5 KP, 1 SWS)

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, alle anderen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe
Workload Präsenzzeit	56 h

mar673 - Hydrogeologie

Modulbezeichnung	Hydrogeologie
Modulkürzel	mar673
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Massmann, Gudrun (Modulverantwortung)• Greskowiak, Janek (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls:

- (i) auf dem Aufbaumodul (mar070) aufbauende vertiefte theoretische Kenntnisse der Hydrologie und Hydrogeologie
- (ii) auf dem Aufbaumodul (mar070) aufbauende Kenntnisse über praktische hydrogeologische Methoden in Feld und Labor
- (iii) vertiefte Fähigkeiten zur Auswertung und Darstellung hydrogeologischer Untersuchungsergebnisse
- (iv) Wissen/Erfahrungen über Techniken des hydrogeologischen Arbeitens im Team
- (v) Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung hydrogeologischer Fragestellungen
- (vi) Wissen/Erfahrungen über die Kommunikation hydrogeologischer Sachverhalte und Ergebnisse eigener Arbeit.

Im Modul werden vertiefte Kenntnisse über theoretische und praktische hydrogeologische Kompetenzen im terrestrischen (landschaftsökologischen) Bereich vermittelt.

Modulinhalte

Hydrogeologie:

Vertiefende theoretische Grundlagen der Hydrogeologie: Hydraulik, Hydrochemie, Wasser/Gesteins-Wechselwirkungen, Stofftransport im Grundwasser, Isotopenhydrogeologie, Grundwasserkontamination, Gewässer- und Grundwasserschutz

Hydrogeologische Übungen:

Erlernen und Anwendung der wichtigsten hydrogeologischen Darstellungs- und Auswertemethoden auf Basis der Vorlesungen Hydrologie und Hydrogeologie

Literaturempfehlungen

Appelo & Postma (2005): Geochemistry, Groundwater and Pollution. A.A. Balkema

Baumgartner, A. & Liebscher, H.-J. (1990): Allgemeine Hydrologie, Bd.1: Quantitative Hydrologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart

Höiting & Coldewey (2009): Hydrogeologie. Springer Mattheß & Ubell (1983): Lehrbuch der Hydrogeologie 1. Allgemeine Hydrogeologie, Grundwasserhaushalt.

Gebrüder Bornträger

Mattheß (2005): Die Beschaffenheit des Grundwassers. Gebrüder Bornträger

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL Vorlesung Hydrogeologie Ü Hydrogeologische Übungen

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, alle anderen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit oder Referat Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		1	SoSe oder WiSe	14
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				42 h

inf005 - Softwaretechnik I

Modulbezeichnung	Softwaretechnik I
Modulkürzel	inf005
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Fach-Bachelor Informatik (Bachelor) > Aufbaumodule• Fach-Bachelor Mathematik (Bachelor) > Nebenfachmodule• Fach-Bachelor Wirtschaftsinformatik (Bachelor) > Aufbaucurriculum - Pflichtbereich• Master of Education (Wirtschaftspädagogik) Informatik (Master of Education) > Pflichtbereich• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Zwei-Fächer-Bachelor Informatik (Bachelor) > Aufbaumodule (60 KP)
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Winter, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	

Erwartete/Nützliche Vorkenntnisse

aus inf030 Programmierung, Datenstrukturen und Algorithmen

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- beschreiben grundlegende Konzepte der imperativen Programmierung mit Java
- erkennen die Terminologie der imperativen Programmierung und verwenden die entsprechenden Begriffe präzise bei Diskussionen
- erkennen grundlegende Terminologie der objektorientierten Programmierung
- beschreiben, was ihnen vorgelegte Programme tun
- entwickeln selbstständig Programme für die Lösung kleinerer Probleme
- untersuchen systematisch eigene und fremde Programme auf Fehler
- setzen moderne Programmierumgebungen zum Entwickeln und Testen von Programmen ein
- erstellen Algorithmen mit allgemeinen Entwurfskonzepten (z.B. Greedy-Verfahren, Divide-and-Conquer-Verfahren)
- benennen Algorithmen und Datenstrukturen zur Lösung von häufig vorkommenden Problemen und bewerten diese in ihrer Anwendbarkeit
- benennen Probleme der Effizienz von algorithmischen Lösungen konkreter Fragestellungen und bewerten diese
- wählen fundiert einen Algorithmus und eine Datenstruktur zur Lösung eines konkreten Problems aus
- wenden die gelernten Algorithmen und Datenstrukturen sinnvoll auf gegebene und konkrete Probleme an

Methodenkompetenzen

Die Studierende:

- lösen gegebene Probleme unter den Gesichtspunkt der imperativen bzw. objektorientierten Programmierung
- übertragen praktische Erfahrungen in der Programmierung auf neue Aufgaben

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- vermitteln die Struktur und Wirkungsweise selbst entwickelter Programme an andere
- präsentieren Lösungen zu kleinen Aufgaben vor Gruppen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- organisieren sich beim Finden von algorithmischen Lösungen für kleine und mittelgroße Probleme der Informatik
- beziehen die Konzepte des allgemeinen Programmierens in ihr Handeln ein

aus inf031 Objektorientierte Modellierung und Programmierung

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen grundlegende Konzepte der objektorientierten Modellierung und UML als Modellierungsnotation
- kennen grundlegende Konzepte der objektorientierten Programmierung mit Java
- kennen die Terminologie der objektorientierten Modellierung und Programmierung und verwenden die entsprechenden Begriffe präzise bei Diskussionen
- können beschreiben, was ihnen vorgelegte objektorientierte Programme tun
- entwickeln selbstständig Modelle und Programme für die Lösung mittelgroßer Probleme
- untersuchen systematisch eigene und fremde Modelle und Programme auf Fehler
- setzen moderne Entwicklungsumgebungen zum Modellieren und Entwickeln von Programmen ein
- kennen die Unterschiede zwischen dem imperativen, objektorientierten, funktionalen, logischen und regelbasierten Programmierparadigma

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- entwickeln selbstständig Programme für gegebene Probleme durch konsequente Anwendung der Konzepte der objektorientierten Modellierung und Programmierung
- übertragen praktische Erfahrungen in der Programmentwicklung auf neue Aufgaben
- entwickeln selbstständig Programme mit Nebenläufigkeiten
- können selbstständig bekannte Lösungsmethoden auf komplexe Probleme anwenden

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- vermitteln die Struktur und Wirkungsweise selbst entwickelter Modelle und Programme an andere
- präsentieren selbstständig entwickelte Lösungen vor Gruppen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- organisieren sich beim Entwickeln von Programmen für kleine und mittelgroße Probleme der Informatik
- beziehen die Konzepte des objektorientierten Programmentwurfs in ihr Handeln ein

Kompetenzziele

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der ingenieurmäßigen Entwicklung und Wartung umfangreicher Softwaresysteme. Betrachtet wird der vollständige Software-Entwicklungsprozess inkl. Anforderungserhebung, Software-Architektur und Qualitätssicherung sowohl in klassischen wie in agilen Vorgehensweisen. Vertieft werden Grundkonzepte der objektorientierten Modellierung und Softwareentwicklung auf Basis der Unified Modeling Language.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- erkennen die Phasen im Software-Lebenszyklus (Anforderungsermittlung, Entwurf, Implementierung, Qualitätssicherung)
- benennen die in den Phasen anfallenden Aufgaben
- erkennen und bewerten die Anordnung dieser Phasen in klassischen und agilen Vorgehensweisen
- beurteilen und wählen geeignete Vorgehensweisen zur Umsetzung von Projekten aus
- erkennen die Sprachmöglichkeiten der Modellierung mit UML
- entwickeln und bewerten Modelle in unterschiedlichen UML-Notationen

- und deren Kombinationen
- lösen gegebene Probleme mit Hilfe der UML-Notationen

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- strukturieren, bewerten, unterscheiden und nutzen Vorgehenweisen der klassischen und agilen Projektdurchführung
- strukturieren, dokumentieren, bewerten Probleme und Lösungen mit den Werkzeugen der objekt-orientierten Modellierung
- wenden Methoden und Techniken der objekt-orientierten Modellierung mit UML gezielt an

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- erstellen, präsentieren und diskutieren Problemlösungen mit Hilfe von Modellierungstechniken
- beschreiben und lösen gegebenen Probleme der Modellierung in Gruppen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihr Handeln bei der Problembeschreibung und der Entwicklung von Lösungsansätzen

Modulinhalte

In dem Modul werden die grundlegenden Begriffe und Konzepte der Softwaretechnik vermittelt.

Es sind dies u.a.:

- Notwendigkeit der Softwaretechnik
- Prinzipien der Softwaretechnik
- Aktivitäten und Vorgehensmodelle der Software-Entwicklung (klassisch, agil)
- Objektorientierte Modellierung, Metamodellierung
- Synchronisation von Code und Modellen
- Ermittlung und Dokumentation von Anforderung (klassisch, agil)
- Definition von Software-Architekturen
- Einsatz von Mustern der Software Entwicklung
- Definition und Sicherung der Softwarequalität
- Wartung und Betrieb von Softwaresystemen

Literaturempfehlungen

- Folienskript zur Vorlesung
- Ian Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley Longman, Amsterdam, 10. Auflage (Global Edition). 2015.
- Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2009.
- Anja Metzner: Software-Engineering – kompakt, Hanser, München, 2020.
- Ravi Sethi: Software Engineering: Basic Principles and Best Practices, Cambridge University Press, 8. Dezember 2022.
- Chris Rupp, Stefan Queins: UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung, Carl Hanser Verlag, 4. Auflage 2012.
- Martina Seidl, Marion Scholz, Christian Huemer, Gerti Kappel, UML @ Classroom: An Introduction to Object-Oriented Modeling, Springer, 2015.
- Christoph Kecher, Alexander Salvanos, Ralf Hoffmann-Elberns: UML 2.5, Das umfassende Handbuch. 7. Aufl. Rheinwerk Computing, 2021.
- OMG Unified Modeling Language, Version 2.5.1 (formal/17-12-05), Dec. 2017, <https://www.omg.org/spec/UML/>,

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Lehr-/Lernform

V+Ü

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Gesamtmodul

Am Ende der Vorlesungszeit

Klausur (im Regelfall)

mündliche Prüfung oder Portfolio (nach Absprache mit dem Prüfungsamt z.B. bei bewilligtem Nachteilsausgleich)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	WiSe	42
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				70 h

mar363 - Theorie ökologischer Gemeinschaften

Modulbezeichnung	Theorie ökologischer Gemeinschaften
Modulkürzel	mar363
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Blasius, Bernd (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/Ü Theorie ökologischer Gemeinschaften

Vermittlung der grundlegenden Theoriegebäude zur Beschreibung von Koexistenz und Biodiversität in ökologischen Lebensgemeinschaften. Die Studierenden erlangen ein intuitives und mathematisches Verständnis der verschiedenen Koexistenzmechanismen und sind in der Lage, aufbauend auf diesen Theorien eigene Modellerweiterungen zu entwickeln und diese numerisch zu analysieren.

Modulinhalte

VL/Ü Theorie ökologischer Gemeinschaften

Grundlegende theoretische Modelle zur Beschreibung des Artenreichtums in ökologischen Gemeinschaften.

Inhalt: Biodiversitätsindizes, Lotka-Volterra Modelle, Invasionsanalyse, ressourcenbasierte Konkurrenz, MacArthur-Levins Modell zur Konkurrenz auf einem Umweltgradienten, Inselbiogeographie und neutrale Theorie der Biodiversität.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung VL Theorie ökologischer Gemeinschaften Ü Theorie ökologischer Gemeinschaften

Vorkenntnisse	Grundlagen in Matlab-Programmierung, Vorerfahrung in Modellierung (nicht notwendig, aber hilfreich)
----------------------	---

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung
Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar722 - Ökologie von Pflanzen und Tieren

Modulbezeichnung	Ökologie von Pflanzen und Tieren
Modulkürzel	mar722
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kiel, Ellen (Modulberatung)• Zotz, Gerhard (Modulberatung)• N., N. (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none">- vertieftes Wissen über die Umweltbedingungen und die biologischen Mechanismen, die zum Überleben von Pflanzenarten in Landschaften führen.- vertieftes Wissen über die regionale Differenzierung hydrologischer Prozesse in verschiedenen Landschaften- vertieftes Wissen über den Stoffhaushalt von Pflanzen in Landschaften- vertieftes Wissen über die biologisch-ökologischen Prozesse, die das Auftreten von Tiere in der Landschaft steuern, ihre Habitatbindung und Populationsdynamik beeinflussen, ihre Migration und Ausbreitung bedingen oder Überlebensstrategien darstellen. <p>Erfolgreiche Studierende dieses Moduls verfügen in der Anfangsphase des Masterstudiums hinreichende Kenntnisse über Theorien und Modelle zu den Bedingungen des Überlebens von Pflanzen- und Tierarten in heterogenen Landschaften.</p>
Modulinhalte	<p><u>VL Stoffhaushalte der Pflanzen in Landschaften</u></p> <p>Ökophysiologie von Pflanzen, vor allem in Bezug auf Umweltstress</p> <p><u>VL Ökologie der Tiere/VL Ökologie der Pflanzen</u></p> <p>Ökologie von Arten/Organismen, Populationen und Gemeinschaften. Ausgewähltes Hintergrundwissen in Themenbereichen, die für die Landschaftsökologie in Forschung und Anwendung von Bedeutung sind (z.B. Habitatbindung, Bioindikation, Migration, Verbreitung, Konkurrenz, Populationsdynamik).</p>
Literaturempfehlungen	<p>Auf aktuelle Publikationen wird in den Veranstaltungen hingewiesen</p> <p>Begon et al. 2006: Ecology. Blackwell Publishing, Malden, Oxford & Carlton</p> <p>Tilman, D., Kareiva, P. (eds.) (1997): Spatial ecology. Princeton University Press, Princeton,NJ</p> <p>Tilman, D. (1988): Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton,NJ.</p> <p>Bazzaz, F.A. (1996): Plants in changing environments. Cambridge University Press, Cambridge</p> <p>Hubbell, S.P. (2001): The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press, Princeton,NJ.</p> <p>Grime, J.P. (2001): Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties. Wiley, Chichester.</p>
Links	
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch

Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wintersemester VL Stoffhaushalte der Pflanzen VL Ökologie der Pflanzen VL Ökologie der Tiere	
Vorkenntnisse	Nützlich: Vegetationskundliche, tierökologische und ökologische Kenntnisse, vergleichbar mit den entsprechenden Modulen im Bachelor Umweltwissenschaften	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit	
		<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar357 - Meeres- und Geochemie

Modulbezeichnung	Meeres- und Geochemie
Modulkürzel	mar357
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Pahnke-May, Katharina (Modulverantwortung)• Seidel, Michael (Modulberatung)• Wilkes, Heinz (Modulberatung)• Wurl, Oliver (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	

Kompetenzziele

Ziel des Moduls ist die Vermittlung eines biogeochemischen Verständnisses der Meere. Betrachtet werden sowohl die gelösten Stoffe und Stoffkreisläufe in der Wassersäule als auch die biogeochemische Zusammensetzung und Prozesse in marinen Sedimenten.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- Verstehen Element-Kreisläufe im Meer, speziell von Spurenelementen und Kohlenstoff
- Verstehen die Verteilung von Elementen im Meerwasser und die geochemische Zusammensetzung mariner Sedimente
- Erkennen und verstehen die Rolle von Elementen für biogeochemische Prozesse
- Besitzen Kenntnisse zu Frühdiagenese, Hydrothermalsystemen, Manganknollen
- Besitzen Kenntnis zur Ablagerung, Erhaltung und Transformation von organischem Material in marinen Sedimenten
- Erkennen den Nutzen von Spurenelementen als Anzeiger für geochemische Bedingungen und Prozesse während und nach der Ablagerung von marinen Sedimenten

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- Kennen die Grundlagen zur Gewinnung von Probenmaterial und zu chemischen Analysen
- Entwickeln Fähigkeiten zu selbstreguliertem Lernen

Modulinhalte

VL Chemische Ozeanographie

Grundlagen der Physikalischen Ozeanographie (Ozeanzirkulation), Eintrag und Verbleib von Spurenelementen, Nährstoffen und organischem Material, Stoffkreisläufe, Rolle von Spurenelementen im Meer

VL Meeresgeochemie

Die Erde als Wasser-Planet, Topographie und Struktur der Ozeane, Klassifikation und Hauptkomponenten von marinen Sedimenten, deren Entstehung und geographische Verteilung, geochemische Zusammensetzung, Spurenelemente, frühdiagenetische Prozesse, submarine Hydrothermalsysteme, Mn-Knollen, Datierungsmethoden.

Primärproduktion, Ablagerung organischen Materials, selektive Erhaltung, Transformationsprozesse organischen Materials, molekulare Zusammensetzung organischen Materials in marinen Sedimenten, Diagenese, Katagenese, Metagenese, organisches Material als Proxyparameter.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Geochemie, Analytik VL Chemische Ozeanographie VL Meeresgeochemie	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar356 - Ozean-Klima-Umweltphysik

Modulbezeichnung	Ozean-Klima-Umweltphysik
Modulkürzel	mar356
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Ryabov, Alexey (Modulverantwortung)• Feudel, Ulrike (Modulberatung)• Garaba, Shungudzemwoyo (Modulberatung)• Lettmann, Karsten (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	

Kompetenzziele

Die Vorlesungen behandeln die grundlegenden Prinzipien der Strömungsdynamik und der Atmosphärenphysik, wobei von einfachen physikalischen Gesetzen bis hin zu komplexen Klimamodellen und Fernerkundungsdaten vorgegangen wird. Zunächst werden die grundlegenden Gleichungen des Transports und der Turbulenz in flüssigen Medien vorgestellt und ihre Anwendungen bei der Modellierung der Meereisdynamik und der Ozeanzirkulation veranschaulicht. Die Rolle des Windes, der Corioliskraft und des Ekman-Transports beim Antrieb der Ozeanzirkulation wird erläutert. Die Vorlesungen führen auch in die physikalischen Gesetze ein, die die Gasdynamik in der Atmosphäre regeln, und zeigen auf, wie diese Gesetze vertikale Druck- und Temperaturgradienten in atmosphärischen Schichten erzeugen, wie diese Gradienten durch die Anwesenheit von Wasserdampf beeinflusst werden, und wie der Verlust der Stabilität der Luftsäule globale Wind-, Bewölkungs- und Niederschlagsmuster erzeugt. Der Energiehaushalt der Erde wird anhand einer Reihe von Modellen untersucht, die von einfach bis komplex reichen und Einblicke in die Temperaturverteilung und den Treibhauseffekt geben, wobei der Schwerpunkt auf der Rolle von CO₂, Wasserdampf und anderen Treibhausgasen liegt. Darüber hinaus werden in den Vorlesungen Klimaindizes wie z.B. die Südliche Oszillation, die Nordatlantische Oszillation, der Niño 3 Index, und ihre Beziehungen zu globalen Klimamustern wie El Niño, La Niña sowie zur Variation des Jetstreams, des Indischen Monsuns, der thermohalinen Ozeanzirkulation und der Bildung von Nordatlantischem Tiefenwassers diskutiert. Schließlich werden die Prinzipien der Fernerkundung, verschiedene Sensortypen und Methoden zur Korrektur von Satellitendaten erforscht, um ihre Bedeutung für die heutige Klimawissenschaft zu unterstreichen.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen die grundlegenden partiellen Differentialgleichungen im Rahmen der Strömungsmechanik (z.B. Kontinuitätsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, verschiedene Formen der thermischen Zustandsgleichung)
- verstehen die grundlegenden Prozesse, die das Klimasystem regulieren.
- kennen und verstehen einführende Anwendungen der physikalischen Ozeanografie wie z.B. die wind-getriebene Zirkulation des Ozeans oder den Ekmantransport
- kennen wichtige Klimaindizes und Prozesse, die die Variabilität und Dynamik des Klimasystems auf verschiedenen Zeitskalen bestimmen
- kennen die grundlegenden physikalischen Bedingungen für das Auftreten von ausgewählten Klimaphänomenen
- verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Methoden der Fernerkundung des Klimasystems
- verfügen über ein grundlegendes Verständnis in der Modellierung des Klimasystems

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- verstehen die grundlegenden Prinzipien, die die Zirkulation und die

Temperatur des Ozeans und der Atmosphäre sowie die Wechselwirkungen zwischen diesen Kompartimenten bestimmen.

- können das Softwaresystem MATLAB in grundlegenden Zügen bedienen und auf die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen im Rahmen einiger Vorlesungsthemen anwenden

- verfügen über einführende Kenntnisse in der Anwendung und Arbeit mit gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- lösen die Probleme und Anwendungsaufgaben u.a. in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen der Probleme öffentlich im Rahmen der Übungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihre Lösungen u.a. während der Präsentation und im öffentlichen Diskussionsprozess
- lernen fachliche Hürden und persönliche Unzulänglichkeiten auszuhalten und durch eigene Anstrengungen zu überwinden

Modulinhalte

- Einführung in das Klimasystem
- Messmethoden der Erdbeobachtung
- Strahlung und Strahlungstransport
- Einfache Klimamodelle
- Geophysikalische Fluidodynamik
- Turbulenz in Ozean und Atmosphäre
- Grundlegende Klimaphänomene

Literaturempfehlungen

Principles of Environmental Physics: Plants, Animals and the Atmosphere (Monteith, Unsworth) – online BIS

Weitere Literatur wird in der Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik VL/Ü Ozean-Klima-Umweltphysik

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben. 1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Übung		2	WiSe	28
Vorlesung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar723 - Biodiversität der Pflanzen

Modulbezeichnung	Biodiversität der Pflanzen
Modulkürzel	mar723
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Albach, Dirk Carl (Modulverantwortung)• von Hagen, Klaus Bernhard (Modulberatung)• Will, Maria (Modulberatung)• Zotz, Gerhard (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	

Kompetenzziele

Plant Biodiversity (VL)

Communicating deeper knowledge in ecology, phylogeny, evolution and genetics of plants
Communicating scale- and method-overarching thinking
Communicating deeper theoretic concepts of ecology, evolution and genetics of plants.

- deepened biological expertise
- deepened knowledge of biological working methods
- data analysis skills
- interdisciplinary thinking
- critical and analytical thinking
- independent searching and knowledge of scientific literature
- ability to perform independent biological research
- data presentation and discussion in English (written and spoken)
- teamwork
- ethics and professional behaviour

Interactions of plants with environmental parameters (SE)

Communication deeper knowledge in ecology, Communicating scale- and method-overarching thinking
Communicating deeper theoretic concepts of:

- deepened knowledge of biological working methods
- critical and analytical thinking
- independent searching and knowledge of scientific literature
- data presentation and discussion in German and English (written and spoken)
- ethics and professional behaviour

Modulinhalte

VL Plant Biodiversity

Quantification of species numbers, dispersal, gradients, biogeography, biomes, functional diversity, pollination systems, life history, rarity, coexistence, invasive plants, global change, species protection

SE Interactions of plants with environmental parameters

Content changes annually depending on publication.

Literaturempfehlungen

Plant Biodiversity

Kevin Gaston & John Spicer – 1998 - Biodiversity – An Introduction, Blackwell Publ.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links	
Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	annually
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	winter semester VL Plant Biodiversity SE Interactions of plants with environmental parameters
Vorkenntnisse	VegeKnowledge of vegetation, animal ecology and ecology, comparable to the corresponding modules in the Bachelor of Environmental Sciences

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Written examination at the end of the course or practical exercises or oral examination or portfolio as specified by the lecturer

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar758 - Biogeochemische Modellierung

Modulbezeichnung	Biogeochemische Modellierung
Modulkürzel	mar758
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lennartz, Sinikka (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden sind nach der Veranstaltung in der Lage, relevante Prozesse im marinen Kohlenstoffkreislauf zu erkennen, zu verstehen und deren mathematische Abbildung in Modellen eigenständig umzusetzen. Sie sind mit Modellstrukturen modularisierter Modelle vertraut und können sich in für sie fremden Modellumgebungen zurechtfinden. Sie können Modellergebnisse kritisch evaluieren und in den Kontext einordnen.</p>
Modulinhalte	<p>VL Mechanismen und Modelle mariner Stoffkreisläufe</p> <p>Grundlagen der prozessorientierten Modellierung in der Biogeochemie mit Schwerpunkt mariner Kohlenstoffkreislauf.</p> <p>Inhalt: Aufbau und Entwicklung biogeochemischer Modelle, einfache und komplexe NPZD-Modelle (ein- und mehrdimensional), Rückkopplungsmechanismen im Kohlenstoffkreislauf-Klimasystem, Modellevaluierung, Chancen und Limitierungen simulierender Methoden, Beispiele aus aktueller Forschung mit Schwerpunkt Kohlenstoffspeicherung im Ozean.</p> <p>SE Methoden der Biogeochemischen Modellierung</p> <p>Praktische Vertiefung der Vorlesungsinhalte durch Implementierung eigener 0D/1D Modelle und Analyse der Modelldynamiken anhand von Fallstudien, Erstellen und Analysieren von Modellsimulationen mit einem einfachen 3D Ozeanmodell, Visualisierung von Modelloutput</p>
Literaturempfehlungen	<p>Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.</p>
Links	
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	Kein Angebot im WiSe 2023/24
Aufnahmekapazität Modul	15 (
	VL: unbegrenzt, SE: max. 15 Studierende
)
Hinweise	<p>Kein Angebot im WiSe 2023/24</p>
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung

VL Mechanismen und Modelle mariner Stoffkreisläufe
SE Methoden der Biogeochemischen Modellierung

Vorkenntnisse	Grundlagen in Matlab-Programmierung, Vorerfahrung in Modellierung (nicht notwendig, aber hilfreich).		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Workload Präsenz
Vorlesung		2	28
Seminar		2	28
Präsenzzeit Modul insgesamt			56 h

mar432 - Biogeochemie

Modulbezeichnung	Biogeochemie
Modulkürzel	mar432
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Ehlert, Claudia (Modulverantwortung)• Heyen, Simone (Modulberatung)• Mori, Corinna (Modulberatung)• Pahnke-May, Katharina (Modulberatung)• Seidel, Michael (Modulberatung)• Wilkes, Heinz (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Ziel des Moduls ist die Vermittlung aktueller theoretischer und praktischer Kenntnisse der Biogeochemie, mit Fokus auf die marine Umwelt. Betrachtet werden Einträge, Austräge und Umwandlungsprozesse von Kohlenstoff und assoziierte Elementkreisläufe in unterschiedlichen Bereichen der marinen Umwelt. Vertieft werden Grundkenntnisse von Prozessen und Kreisläufen.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- Entwickeln vertieftes Verständnis über organische und anorganische Biogeochemie mariner Systeme,
- Entwickeln vertieftes Verständnis zum organischen Kohlenstoffkreislauf und die assoziierten geochemischen Elementkreisläufe (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Spurenelemente),
- Differenzieren die an diesen Kreisläufen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen beteiligten Prozesse,
- Vergleichen Eintrag, Produktion, Umsetzung und Abbau von organischem und anorganischem Material in Küstenregionen bis zum offenen Ozean, in der Wassersäule und Oberflächensedimenten,
- Entwickeln Verständnis für biogeochemisch relevante Prozesse an der Grenze zwischen Wasser und Sediment, und während frühdiagenetischer Umsetzung,
- Bewerten die Bedeutung des mikrobiellen Stoffwechsels für die Stoffflüsse in und den Stoffaustausch zwischen Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre; die Klimarelevanz geobiologischer Stoffwechselprozesse; die Evolution des Lebens im Kontext geobiologischer Stoffwechselprozesse.

Methodenkompetenzen

Die Studierenden des SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe:

- Erlangen Erfahrung für geeignete Untersuchungsmethoden mariner biogeochemischer Prozesse
- Entwickeln Forschungshypothesen auf Basis aktueller Literatur

Die Studierenden des SE Praxisseminar Marine Biogeochemie:

- Entwickeln Forschungshypothesen auf Basis aktueller Literatur,
- Erlangen Erfahrung für geeignete Untersuchungsmethoden mariner biogeochemischer Prozesse und aktueller Forschungsfragen,
- Erlangen praktische Fähigkeiten zu Aufbau, Durchführung, Beprobung, Analyse, Datenauswertung und –darstellung, Präsentation und Diskussion von Feld- oder Laborversuchen.

Sozialkompetenzen

Die Studierenden des SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe:

- Lösen gegebene Probleme der Marinen Biogeochemie allein oder in Gruppen,
- Erarbeiten, präsentieren und diskutieren Studien zu methodischen Ansätzen und biogeochemischen Grundlagen.

Die Studierenden des SE Praxisseminar Marine Biogeochemie:

- Lösen gegebener/aktueller Probleme der Marinen Biogeochemie in Einzel- und/oder Gruppenarbeit
- Erarbeiten, präsentieren und diskutieren Studien zu methodischen Ansätzen

und biogeochemischen Grundlagen
- Entwickeln Fähigkeiten zur Konzipierung und Durchführung
biogeochemischer Forschungsprojekte in einem interdisziplinär aufgestellten
Forscherteam.

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:
- reflektieren ihr Handeln bei der Präsentation und Diskussion aktueller Studien
- überprüfen ihre Entwicklung von Lösungsansätzen bei der Lösung aktueller
Fragestellungen

Modulinhalte

VL Marine Biogeochemie

Meerwasserchemie (Zusammensetzung von Meerwasser, Zusammenhang mit Ozeanströmungen); Spurenmetall- und Nährstoffverteilung (Spurenmetall-, Stickstoff-, Silizium- und Phosphor-Kreisläufe); Globaler Kohlenstoffkreislauf (Kohlenstoff-Flüsse und Reservoir, Kohlenstoff-Sequestrierung, Änderungen des Kohlenstoff-Kreislaufs); Gelöstes organisches Material (DOM - dissolved organic matter, Zusammensetzung, Produktion und Senken, DOM Verteilung im Ozean, DOM Reaktivitätskontinuum, Langzeitstabilität); biogeochemische Methoden (Isolation von DOM, Analyse von Gesamtparametern, chemische Marker-Verbindungen, ultrahochoflösende Massenspektrometrie, optische DOM Messungen); Biogeochemie von Küstenregionen und Ästuaren (Fallstudien zu Flüssen und Ästuaren in Europa, Prozessstudien an Mississippi, Kongo, Amazonas und Amazonas-Fahne); Biogeochemische Quellen und Senken im Ozean, Sedimente und Grundwasser (marine Sedimente, Redoxzonierung, küstennahes Grundwasser, submariner Grundwasseraustrag, subterrane Ästuare, Fallstudien Nordsee: Strand, Sandbank, Nährstoffdynamik in der Wassersäule); Biomineralisation; Anthropogene Biogeochemie (natürliche und künstliche Eisendüngung); Öl im Meer (Herkunft, Zusammensetzung, Erdöl-Austritte, Erdöl-Verwitterung, Ölverschmutzung – Deep Water Horizon Fallstudie)

SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe

Organischer Kohlenstoffkreislauf und die eng mit diesem assoziierten geochemischen Kreisläufe anderer Elemente (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel); die an diesen Kreisläufen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen beteiligten Prozesse; die Biochemie wichtiger Stoffwechselprozesse in geologischen Systemen; die abiotische Genese mikrobieller Substrate; die Bedeutung des mikrobiellen Stoffwechsels für die Stoffflüsse in und den Stoffaustausch zwischen Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre; die Klimarelevanz geobiologischer Stoffwechselprozesse; die Evolution des Lebens im Kontext geobiologischer Stoffwechselprozesse; geeignete Untersuchungsmethoden.

SE Praxisseminar Marine Biogeochemie

Erarbeitung des wissenschaftlichen Hintergrundes in Seminarbeiträgen in Einzelarbeit und Kompetenzteams. Präsentation des wissenschaftlichen Forschungsstands und die gemeinsame Herausarbeitung spezifischer Forschungshypothesen. Teilnahme an einem Feldversuch, einer Ausfahrt oder eines laborbasierten Inkubationsversuchs sowie die Beprobung und Aufarbeitung der entsprechenden Proben. Dies beinhaltet im Detail: Bestimmung der Konzentrationen gelöster und partikulärer Haupt- und Spurenelemente, Nährstoffgehalte, Charakterisierung des gelösten und partikulären organischen Materials. Die Gesamtheit der Ergebnisse wird in Fokusgruppen und im Plenum in Bezug auf die aufgestellten Forschungshypothesen aufgearbeitet, diskutiert und in die aktuelle Forschung eingeordnet.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtssprache

Deutsch

Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	8 (Teilnahmebegrenzung gilt nur für das SE Praxisseminar Marine Biogeochemie)
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Geochemie, Analytik VL Marine Biogeochemie SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe oder SE Praxisseminar Marine Biogeochemie
Vorkenntnisse	Voraussetzung für die Teilnahme am SE Praxisseminar Marine Biogeochemie ist der Besuch der VL Marine Biogeochemie.

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	Wird in den Veranstaltungen zu Beginn durch den Dozenten/die Dozentin bekannt gegeben.	1 benotete Prüfungsleistung Präsentation im SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe ODER im SE Praxisseminar Marine Biogeochemie Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.
--------------------	--	--

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar431 - Marine Klimatologie

Modulbezeichnung	Marine Klimatologie
Modulkürzel	mar431
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Wurl, Oliver (Modulverantwortung)• Pahnke-May, Katharina (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Ziel des Moduls ist die Vermittlung von zusammenhängenden Verständnissen der Ozeane und Klima. Betrachtet werden sowohl die Entwicklung der Ozeane und Klimas über die Erdgeschichte hinweg als auch über den Wandel des Ozeans mit der aktuellen Erwärmung des Klimas.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- Verstehen gängige Modelle zur Erklärung von Ozean-Klimaänderungen
- Verstehen Ozean- und Klimaarchive in deren Relevanz und Anwendung
- Verstehen die physikalischen, chemischen und biologischen Veränderungen des Ozeans mit der Klimaerwärmung in den drei globalen Klimazonen
- Verstehen Veränderungen von Wetterphänomene mit der Klimaerwärmung, insbesondere Entstehung von Wirbelstürmen und Monsun.
- Besitzen Kenntnis zu Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Wirtschaft und Lebensqualität in Küstengebieten und Inselstaaten
- Besitzen Kenntnis über bedeutende Klimaereignisse aus der Erdgeschichte und deren Folgen.

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- Kennen Methoden der Paläoozeanographie und -klimatologie; einschließlich der unterschiedlichen Paläoproxies, Datierungsmethoden und Probenengewinnung
- Kennen Methoden zur Erfassung von essentiellen Klimavariablen, sowohl schiff-basierte Techniken als auch Fernerkundung.
- Entwickeln Fähigkeiten zu selbstständigen Lernen in einem interdisziplinären Arbeitsgebiet

Modulinhalte

VL Paleoceanography and -climatology

Abriss der Ozean- und Klimageschichte der Erde; marine und terrestrische Klimaarchive; Paläoproxies und deren Anwendung; Datierung von Klimaarchiven; Erklärungsmodelle: Plattentektonik, Milankovic-Zyklen, Ozeanzirkulation, atmosphärischer CO₂-Gehalt, Meteoriteneinschläge, Vulkanismus; Bedeutende Klima- und Aussterbeereignisse; Fallbeispiele.

VL Ocean and Climate Change

Meereserwärmung; Meeresspiegelanstieg; Ozeanversauerung; Rückgang von Meereis; Änderung von thermohaline Meeresströmungen; Statistik und Modelle für Vorhersagen; Geo-Engineering als Lösung?; Klimaschutz, Wirtschaft und Tourismus

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtssprache

Englisch

Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Geochemie, Analytik VL Paleoceanography and -climatology VL Ocean and Climate Change

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung
-------------	--	--

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe
Workload Präsenzzeit	56 h

mar438 - Marine Umweltchemie

Modulbezeichnung	Marine Umweltchemie
Modulkürzel	mar438
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Scholz-Böttcher, Barbara (Modulverantwortung)• Wilkes, Heinz (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden verstehen komplexe Wechselwirkungen zwischen anthropogen in die marine Umwelt eingetragenen Stoffen mit der Bio-, Hydro- und Geosphäre und können deren Verhalten in und Auswirkungen auf die marine Umwelt beurteilen (Quellen und Senken, Abgabe, Aufnahme- und Abbauverhalten). Sie sind in der Lage, Problemlösungen zu erkennen und zu diskutieren und daraus Konsequenzen für ein verantwortungsvolles Handeln abzuleiten.

Modulinhalte

VL Anthropogene Schadstoffe in der marinen Umwelt

Die Vorlesung behandelt grundlegende Aspekte zu Verbleib, Wechselwirkungen sowie abiotischem und biotischem Abbauverhalten von anthropogen in die Meere eingetragenen Stoffen in der marinen Umwelt.

An ausgewählten Beispielen werden ihr Verhalten und die daraus erwachsenen Konsequenzen erörtert.

Zentrale Themen sind hierbei die zunehmende Vermüllung der Meere, der Eintrag verschiedenster Xenobiotika (Pestizide, Medikamente, technische Hilfsstoffe u.a.) in die finale Senke „Ozean“ und umfassende Aspekte zu Erdöl im Meer.

Hierbei stehen Quellen und Senken, das Abbauverhalten, die Abgabe bzw. die Aufnahme von Schadstoffen sowie die vielfältigen Wechselwirkungen mit der Bio- und Geosphäre sowie daraus erwachsende Konsequenzen im Vordergrund. In diesem Zusammenhang werden Aspekte zur Analyse, zur Beurteilung und Problemlösung diskutiert. Es werden ebenfalls Entstehung, Eigenschaften, Verfügbarkeit und Gewinnung und Transport von Erdöl und Erdgas behandelt und deren Bedeutung für die ereignisgesteuerte und chronische Ausbreitung in der Umwelt thematisiert.

SE Marine Umweltchemie

Direkt thematisch mit den jeweiligen Vorlesungseinheiten verknüpft werden mit Hilfe von aktueller Literatur die angesprochenen Aspekte vertieft, hinterfragt und diskutiert. Hierzu werden verschiedene Präsentationstechniken (Vortrag, Poster, Ausstellung u.a.) erarbeitet und erprobt.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)

Lehr-/Lernform

Wahlpflichtbereich Geochemie, Analytik

VL Anthropogene Schadstoffe in der marinen Umwelt
SE Marine Umweltchemie**Vorkenntnisse**

Grundlegende chemische Kenntnisse sind wünschenswert

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Gesamtmodul

Am Ende des Sommersemesters

1 benotete Prüfungsleistung

Präsentation

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar459 - Macrobenthos communities

Modulbezeichnung	Macrobenthos communities
Modulkürzel	mar459
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Schupp, Peter (Modulverantwortung) • Rohde, Sven (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Dangerous marine animals

Die Studierenden besitzen nach Besuch der LV vertieftes Wissen über die Biologie und die Wirkmechanismen von gefährlichen Meeresorganismen. Zudem sind Behandlungsmethoden bekannt.

Ecology of Macrobenthos Communities

Die Studierenden besitzen nach Besuch der LV vertieftes Wissen über die Ökologie von marinen benthischen Gemeinschaften. Es werden aktuelle ökologische Konzepte und interspezifische Interaktionen diskutiert und die Folgen anthropogen verursachter Veränderungen sind deutlich geworden. Den Teilnehmern wurde insbesondere die Gemeinschaften des Makrozoobenthos und Makrophytobenthos nah gebracht.

Modulinhalte

Dangerous marine animals

The following topics are covered in the lectures and seminars: biology of the major groups of dangerous marine animals; traumatic injuries; toxicity by contact or ingestion; toxin chemistry and function; accident prevention; first aid; students present case studies and first aid procedures during the seminars.

Ecology of Macrobenthos communities

Current ecological concepts and interspecific interactions are discussed.

Literaturempfehlungen

Will be announced in the courses.

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	2 Semester
Angebotsrhythmus Modul	annually
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Biologie, Ökologie
	Summer semester VL Dangerous marine animals
	Winters emester SE Ecology of Macrobenthos Communities

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Will be announced by the lecturer at the beginning **1 graded examination**

Prüfung

Prüfungszeiten
of the course.

Prüfungsform
Presentation

Active participation

Active participation includes, for example, the regular submission of exercises, the preparation of solutions to exercises, the recording of the experiments or practical work carried out, the discussion of seminar contributions or presentations of tasks or content in the course in the form of short reports or short presentations. This is determined by the lecturer at the beginning of the semester or at the beginning of the course.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar457 - Ökologie benthischer Mikroorganismen

Modulbezeichnung	Ökologie benthischer Mikroorganismen
Modulkürzel	mar457
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Engelen, Bert (Modulverantwortung)• Könneke, Martin (Modulberatung)• Schupp, Peter (Modulberatung)• Seidel, Michael (Modulberatung)• Struve, Torben (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

The aim of the module " Ökologie benthischer Mikroorganismen " is to impart in-depth knowledge of microbial ecology with a focus on sediment microbiology in the frame of two lectures. In the lecture "Microbial ecology", the students learn about principles of microbial ecology, microbial habitats, and microbe – invertebrate interactions. This knowledge is deepened in the lecture "Sediment microbiology".

Professional competences

The students:

- deepen their knowledge on principles in microbial ecology (resources and growth, competition, predator-prey relations, biodiversity and ecosystem functioning)
- understand microbial processes and the effect of environmental conditions on microorganisms in different habitats (limnic, marine, terrestrial, anthropogenic, microbes and humans)
- get a deep insight into microbe – invertebrate interactions (biofouling, microbes as producers of secondary metabolites, sponge microbial associations, role of bacteria during invertebrate settlement)
- are able to describe the importance of microorganisms in biochemical cycles, including anaerobic processes and energy metabolism

Methodological competence

The students:

- can explain various methods and analytical procedures (cultivation of sediment bacteria, molecular biological methods, quantification of microorganisms and sampling at sea)

Social skills

The students:

- interact with students of the "Master microbiology" program

Self-competence

The students:

- develop their communication skills in English

Modulinhalte

VL Microbial Ecology:

Principles of marine microbial ecology (Resources and Growth, Competition; Predator-prey Relations; Biodiversity and Ecosystem Functioning), microbial habitats (Limnic, marine, terrestrial habitats; anthropogenic habitats; microbes and humans), microbe – invertebrate interactions (biofouling; microbes as producers of secondary metabolites; sponge microbial associations; role of bacteria during invertebrate settlement).

VL Sediment Microbiology

Introduction into sediment microbiology including anaerobic processes, energy metabolism, cultivation of sediment bacteria, adaptation to environmental conditions, molecular biological methods, quantification of microorganisms and

sampling at sea.

Literaturempfehlungen

Will be announced in the courses.

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	annually
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Biologie, Ökologie VL Microbial Ecology VL Sediment Microbiology

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
----------------	-----------------------	---------------------

Gesamtmodul

Written examination at the end of the course or oral examination as specified by the lecturer. **1 graded examination**

Written exam or oral exam

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe
Workload Präsenzzeit	56 h

mar458 - Gewässerökologie

Modulbezeichnung	Gewässerökologie
Modulkürzel	mar458
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Landschaftsökologie (Master) > Wahlpflichtmodule• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Brinkhoff, Thorsten Henning (Modulverantwortung)• Garcia, Sarahi Lorena (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Studierende können nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltungen die Bedeutung von Schwebstoffen für die Ökologie und Biogeochemie und die Gefährdung von Gewässern einschätzen und beurteilen, da sie sich vertieftes Wissen über folgende Gebiete angeeignet haben:

VL Grundlagen des Gewässerschutzes:

Störungen und Gefährdung natürlicher Gewässer, Eutrophierung, Phosphor- und Stickstoffbelastung natürlicher Gewässer, Saprobienysteme, Gewässerversauerung, hygienische Belastung, Trinkwasseraufbereitung, Abwasserklärung, hormonell wirksame Substanzen

VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen

Herkunft, Klassifizierung und Verteilung in Gewässern, Analytik, Transport und Sedimentation, Aggregation und Aggregatbildungsmechanismen, Fallbeispiele von Aggregationsereignissen, mikrobielle Besiedlung, mikrobielle Stoffumsatzaktivität, Strukturanalyse von aggregatassoziierten Bakteriengemeinschaften.

Modulinhalte

VL Grundlagen des Gewässerschutzes

Allgemeine Grundlagen zum Verständnis von Gewässern (Seen, Flüsse, Grundwasser, Ästuare, Küstenmeere) für deren Gefährdungspotenzial.

Eutrophierung und Sanierung von Gewässern, Bedeutung von Phosphor- und Stickstoffverbindungen für die Nährstoffbelastung von Gewässern, chemische und biologische Charakterisierung und Klassifizierung von Gewässern, Ursachen und Folgen der Gewässerversauerung, hygienische Belastung, Trinkwasserversorgung und –aufbereitung, mechanische, biologische und chemische Abwasserklärung, hormonell wirksame Substanzen

VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen

Herkunft, Klassifizierung und Verteilung von Schwebstoffen in Gewässern, Analytik der Zusammensetzung von Schwebstoffen, Transport und Sedimentation von Schwebstoffen, Aggregation von Primärpartikeln und Aggregatbildungsmechanismen, Fallbeispiele von Aggregationsereignissen, mikrobielle Besiedlung von und mikrobielle Stoffumsatzaktivität auf Schwebstoffen, Strukturanalyse von Schwebstoff-assoziierten Bakteriengemeinschaften.

Literaturempfehlungen

VL Grundlagen des Gewässerschutzes

Skript vorhanden, wird auf Stud.IP hochgeladen.

Dokulil, M., Hamm, A., Kohl, J.G. Ökologie und Schutz von Seen. Facultas Universitätsverlag, Wien 2001.
Fent K., Ökotoxikologie, Thieme Verlag, Stuttgart 1998.
Frimmel, F.H., Wasser und Gewässer, ein Handbuch, Spektrum Verlag, Heidelberg 1999.
Gunkel, G., Bioindikation in aquatischen Ökosystemen, Gustav Fischer Verlag,

Jena 1994.
 Gunkel, G., Renaturierung kleiner Fließgewässer, Gustav Fischer Verlag, Jena 1996.
 Lozan, J.L. et al., Warnsignale aus der Nordsee, Paul Parey Verlag, Hamburg 1990.
 Lozan, J.L. et al., Warnsignale aus der Ostsee, Paul Parey Verlag, Hamburg 1996.
 Mudrack, K., Kunst, S., Biologie der Abwasserreinigung, Gustav Fischer Verlag 1991.
 Rohmann, U., Sontheimer, H., Nitrat im Grundwasser, Engler-Bunte-Institut, Universität Karlsruhe 1985.
 Schulze, E., Hygienisch-mikrobiologische Wasseruntersuchungen, Gustav Fischer Verlag, Jena 1996.
 Schwoerbel, J., Einführung in die Limnologie, Gustav Fischer Verlag, 8. Auflage, Jena 1999.

VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen

Skript vorhanden, wird auf Stud.IP hochgeladen.

Weitere Literatur wird zu Beginn der VL bereitgestellt.

Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	2 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Biologie, Ökologie	
	Wintersemester: VL Grundlagen des Gewässerschutzes	
	Sommersemester VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen	
Vorkenntnisse	Nützlich: Allgemeine Biologie, Geochemie, Chemie	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Nach Ende der Vorlesungszeit	1 benotete Prüfungsleistung
		mündliche Prüfung oder 1 Klausur mit folgenden Optionen:
		1. 100% der Fragen aus einer der beiden VL
		2. 50% der Fragen aus je einer der beiden VL (2 Teilklausuren)
		(Bestanden bei Erreichen von 50% der Notenpunkte insgesamt oder aus je einer der beiden Teilklausuren)
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe und WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar461 - Functional marine biodiversity

Modulbezeichnung	Functional marine biodiversity
Modulkürzel	mar461
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Hillebrand, Helmut (Modulverantwortung)• Flöder, Sabine (Modulberatung)• Moorthi, Stefanie (Modulberatung)• Striebel, Maren (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	

Kompetenzziele

Inhaltliche Kompetenz

Die Studierenden

- bekommen Einblick in das Ausmaß und die Konsequenzen des Wandels der Biodiversität
- machen sich mit den aktuellen Diskussionen in der Biodiversitätsforschung vertraut
- verstehen ökologische und gesellschaftliche Implikationen der Biodiversität

Methodenkompetenz

Die Studierenden

- verstehen den Hintergrund und den Ansatz von Meta-Analysen in der Ökologie
- können Daten für eine Meta-Analyse aufbereiten
- können die statistischen Analysen für Meta-Analysen in R durchführen und interpretieren
- können die Ergebnisse

Sozialkompetenz

Die Studierenden können

- aktiv an wissenschaftlichen Projekten teilnehmen und diese eigenständig durchführen
- ihre eigenen Ideen in einer wissenschaftlichen Kontext stellen

Modulinhalte

VL Marine community ecology

Die Vorlesung vermittelt auf fortgeschrittenem Niveau die Konzepte der Gemeinschaftsökologie in marinen Ökosystemen. Populationsdynamik, intra- und interspezifische Wechselwirkungen sowie Betrachtungen von Lebensgemeinschaften stehen im Vordergrund der Veranstaltung, die mit direktem Bezug zur Primärliteratur aufwartet.

Blockveranstaltung:

SE Functional marine biodiversity

Aktuelle Fragen der Biodiversitätsforschung werden in einem Workshop vermittelt, daran anschließend folgt die Ausarbeitung eines Projektthemas, zu dem die Studierenden eine eigenständige Literaturliteraturarbeit durchführen. Die Ergebnisse werden in einem Abschlusskolloquium vorgestellt. Der Kurs findet in Zusammenarbeit mit der Universität Groningen statt.

Literaturempfehlungen

Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

Links

Informationen werden in Stud.IP bereitgestellt.

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	16 (

Auswahl nach Anmeldedatum, Verfahren siehe Stud.IP

)

Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Biologie, Ökologie VL Marine community ecology Blockveranstaltung: SE Functional marine biodiversity
Vorkenntnisse	Nützlich: Grundlegende Kenntnisse der Ökologie

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	Nach dem Ende des Blockseminars	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.
--------------------	---------------------------------	--

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

phy616 - Computational Fluid Dynamics

Modulbezeichnung	Computational Fluid Dynamics
Modulkürzel	phy616
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Fluid Dynamics I
Kompetenzziele	Deeper understanding of the fundamental equations of fluid dynamics. Overview of numerical methods for the solution of the fundamental equations of fluid dynamics. Confrontation with complex problems in fluid dynamics. To become acquainted with different, widely used CFD models that are used to study complex problems in fluid dynamics. Ability to apply these CFD models to certain defined problems and to critically evaluate the results of numerical models.
Modulinhalte	CFD I: The Navier-Stokes equations, introduction to numerical methods, finite-differences, finite-volume methods, linear equation systems, turbulent flows, incompressible flows, compressible flows, efficiency and accuracy. CFD II: RANS, URANS, LES, DNS, filtering / averaging of Navier- Stokes equations, Introduction to different CFD models, Application of these CFD models to defined problems from rotor aerodynamics and the atmospheric boundary layer.
Literaturempfehlungen	J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002; C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows: Introduction to the Fundamentals of CFD, Vol 1: Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, Amsterdam; P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, Berlin, 1998; J. Fröhlich, Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, Wiesbaden, 2006 (in German)
Links	
Unterrichtssprache	Englisch

Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Pflicht / Mandatory	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Lecture: 2hrs/week, Excercise: 2hrs/week	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul

-Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung

Written examination: Between 90 and 180 minutes
 or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or
 1 Term paper: Between 15 and 30 pages

Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl Vorlesungen oder Praktikum oder Seminar
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe
Workload Präsenzzeit	56 h

phy648 - Wind Resources and their Applications

Modulbezeichnung	Wind Resources and their Applications
Modulkürzel	phy648
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kühn, Martin (Modulverantwortung)• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)• Petrovic, Vlaho (Prüfungsberechtigt)• Waldl, Hans-Peter (Prüfungsberechtigt)• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Energy Meteorology
Kompetenzziele	assess different aspects of wind energy farms by modelling, comparison, explanation of wind energy potential, wind energy farm's output, power curves, wind energy project development, assess in detail influences of meteorological/ climatological aspects on the performance of wind power systems, summarize physical processes governing atmospheric wind flows, value atmospheric boundary layer flow relevant for wind power conversion, argue methods for wind resource assessment and forecasting
Modulinhalte	Advanced Wind Energy Meteorology (Lecture – 90 h workload) Atmospheric Boundary Layer (turbulence, vertical structure, special BL effects) Atmospheric Flow Modelling: Linear models, RANS and LES models Wind farm modelling Offshore-Specific Conditions Resource Assessment and Wind Power Forecasting Wind Measurements and Statistics Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind Farm Operations (Lecture – 90 h workload) Evaluation of Wind Resources Weibull Distribution Wind velocity measurements to determine energy yield Basics of Wind Atlas Analysis and Application Program

(WAsP) Method, Partial models using WAsP
Measure-Correlate-Predict (MCP) Method of long term
corrections of wind measurement data in correlation to long
term reference data
Conditions for stable, neutral and instable atmospheric
conditions
Wind yield from wind distribution and the power curve
Basics in appraising the yearly wind yield from a wind turbine.
Wake Effect and Wind Farm
Recovery of original wind fields in the downstream of wind
turbines
Basics of Risø Models
Spacing and efficiency in wind farms
Positive and Negative Effects of Wind Farms
Wind Farm Business
Income from the energy yield from wind farms
Profit optimization by increase of energy production
Wind farm project development
Wind farm operation and
Surveillance of power production vs. wind climate, power
curves, and turbine availability

Literaturempfehlungen

Advanced Wind Energy Meteorology
Holton, J.R. and G. J. Hakim, 2013: An Introduction to
Dynamic Meteorology, 5th Edition, Academic Press, New
York
Stull, R.B., 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer
Academic Pub. Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind Farm
Operations
Burton, T., N. Jenkins, D. Sharpe and E. Bossanyi, 2011:
Wind Energy Handbook, Second Edition, John Wiley.
Gasch, R. and J. Twele, 2012: Wind Power Plants: Fundamentals, Design,
Construction and Operation; Second
Edition, Springer

<http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html>, Last access:
4/2016
<http://www.windpower.org/en/>, Last access: 4/2016

Links

Unterrichtssprache	Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	jährlich		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modulart	Wahlpflicht / Elective		
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Vorlesung: 4 SWS		
Vorkenntnisse	Knowledge in Basics Wind Energy, Fluid Dynamics I, Matlab		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	

Gesamtmodul

1 Written examination: 120 minutes or Oral examination: Between 30 and 45 minutes or Internship report: Between 15 and 20 pages in one lecture and regular active participation in the other lecture

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe
Workload Präsenzzeit	56 h

pre022 - Solar Energy

Modulbezeichnung	Solar Energy
Modulkürzel	pre022
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none">· understand, describe and compare major technologies for solar energy use: solar thermal and photovoltaic systems· analyse various system components and their interconnections within a solar energy system.· critically appraise and assess various technologies for solar energy use and components involved in such solar systems.· size and evaluate the performance of solar systems as a function of their operation conditions, components and system layout- critically evaluate non-technical impact and side effects when implementing renewable energy supply systems

Modulinhalte	<p>This module gives an overview on renewable energy heat and photovoltaic technologies. Main focus hereby are the scientific principles of components and their technical description as well as first suitable system performance assessment methods.</p> <p>Photovoltaics (Lecture: 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none">• Basic and most important properties of solar radiation related to photovoltaics• PV cells basics: Fundamental physical processes in photovoltaic materials• Characterization and basic modelling of solar cells• Component Description: PV generator; Charge controller; Inverter; Balance of system components; System Description• Grid Connected System• Stand Alone System <p>Renewable Energy Heat (Seminar & Exercises: 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none">• Assessment of solar thermal ambient parameters: regional global, diffuse, reflected solar radiation on horizontal and on tilted plane,
---------------------	--

- ambient temperature
- Solar thermal system components: collectors; heat exchangers; thermal storage; thermal driven compression chillers
- Solar cooling systems and components
- Characterization of solar thermal systems, their operation and performance
- F-Chart and Utilizability methods as main methods for assessing system performance

Literaturempfehlungen

Solar Energy PV

- Green, Martin A., 1981: Solar cells : operating principles, technology and system applications, Prentice Hall.
- Green, M.A., 2007: Third Generation Photovoltaics, Advanced Solar Energy Conversion, Springer Series in Photonics
- Markvart, Tom and Castaner, Luis, 2003: Practical Handbook of Photovoltaics, Fundamentals and Applications, Elsevier Science
- Nelson, Jenny, 2003: The Physics of Solar Cells (Properties of Semiconductor Materials), Imperial College Press.
- Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel E. Watt & Richard Corkish (Edit.), 2007: Applied Photovoltaics, Earthscan Publications Ltd.;
- Twidell, John & Weir, Toni, 2005: Renewable Energy Resources Taylor & Francis.

Renewable Energy Heat

- DGS, (2010) Planning and installing solar thermal systems, a guide for installers, architects and engineers, 2nd ed.
- Duffie JA, Beckman WA (2013) Solar engineering of thermal processes: Wiley.
- Henning H-M. 2007. Solar assisted air conditioning of buildings - an overview. Applied Thermal Engineering 27(10):1734-1749; DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2006.07.021

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Pflicht / Mandatory	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Lecture, Exercises	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	At the end of the lecture period; submission of the report at the end of the semester	2 Examinations: Written Exam (1.5h, weight 50%) and Presentation of a Paper (15 min presentation, 5 pages report, weight 50%)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

pre200 - Selected Renewable Energy Technologies

Modulbezeichnung	Selected Renewable Energy Technologies
Modulkürzel	pre200
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Günther, Andreas (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Wark, Michael (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Pehlken, Alexandra (Prüfungsberechtigt)• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)• Steinberger-Wilckens, Robert (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

The module intends to give an overview and deeper understanding of front-edge topics and technologies relevant for the energy transition.

Current main such topics are the rolling out of the hydrogen economy as well as circular economy and critical material use and ocean energy converters. In the context of the energy transition in the global south, small hydro turbines may play a relevant role and are also part of the module content. Main skills to be achieved in the module are:

- Understand and describe front-edge topics in the energy transition.
- Cross-sectoral topics, technologies and new research topics relevant for the energy transition.
- Understand the principles, chemical and energy conversion processes involved in hydrogen and fuel cell systems.
- Understand the role of hydrogen in the energy transformation and the main energy conversion processes in which it is involved.
- Critically evaluate and describe hydrogen storage systems (electrolyser, gas storage and fuel cells) as well as their uses, advantages, characteristics and pitfalls.
- Understand and describe principles governing ocean energy converters
- Understand and describe principles governing micro-hydro energy converters
- Understand and describe concepts for circular economy and recycling in the energy sector
- Understand methods for assessing critical materials, their definitions and importance for the energy transition

Modulinhalte

Hydrogen and fuel cells (3 CP)

- Basics of hydrogen production (materials, processes, efficiencies, environmental impacts)
- Basics of fuel cells (function, materials, construction, systems applications)
- Basics of hydrogen storage systems (their setup, control, safety aspects)

Hidden Champions of RE (3 CP)

- Basic concepts for circular economy and recycling of materials in the energy sector
- Basic definitions and methods for appraising critical materials for the energy transition
- Ocean energy converters: principles and examples
- Micro hydro energy converters: their principles, characteristics and

Literaturempfehlungen

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Links

Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	SPM (Schwerpunktm modul / Main emphasis)	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	At the end of the semester	Written exam (2x)
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy641 - Energy Resources & Systems

Modulbezeichnung	Energy Resources & Systems
Modulkürzel	phy641
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h))
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master European Master in Renewable Energy (Master) > Mastermodule• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Knipper, Martin (Modulverantwortung)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Schmidt, Thomas (Prüfungsberechtigt)• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none">• characterize the global energy system and analyze the structure and constraints of today's energy system,• explain the availability and connection between solar and wind energy,• identify the problems and challenges of energy supply due to fluctuating energy resources with varying and seasonal load profiles,• relate the solar irradiance conversion process as well as the atmospheric radiation balance of the earth to Wind Energy Meteorology.
Modulinhalte	<p>This module will give an overview on the global energy system and the challenges of energy supply due to fluctuating energy resources with varying and seasonal load profiles.</p> <p>Energy Meteorology (Lecture - 90 h workload)</p> <p>Section I: Solar Irradiance</p> <ul style="list-style-type: none">• Radiation laws,• Solar geometry,• Interaction of solar irradiance with the atmosphere,• Radiation climatology,• Solar radiation model,• Statistical properties of solar irradiance,• Measuring devices to ascertain solar radiation balance,• Satellite-supported data acquisition to assess solar irradiance, <p>Section II: Wind Flow</p> <ul style="list-style-type: none">• Origin and potential of atmospheric energy movements, Heat balance of the atmosphere,• Physical laws of atmospheric flow,• Wind circulation in the atmosphere, local winds,• Wind flow in atmospheric layers (vertical structure, Ekman Layer),• Assessment of wind potential (European Wind Atlas: model, concept),• Wind Measurements,

Energy Systems (Lecture - 90 h workload)

- Definitions, separation electrical - thermal energy use,
- Resources and reserves,
- Energy system analysis: Efficiencies at various levels of the energy chain; Exergy analysis,
- Energy scenarios,
- Climate change,
- Advanced (power plant) technologies for conventional fuels,
- Electric power systems with large shares of renewables

Literatureempfehlungen

Energy Meteorology:

- IEA World Energy Outlook (<http://wordenergyoutlook.org/>)
- Iqbal, M. 1984: An Introduction to Solar Radiation, Academic Press, Toronto
- Liou, K.-N. 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, Academic Press: 2nd edition, Page 2 of 39
- Peixoto, J.P. and Oort A.H. 2007: Physics of Climate Book, Surge Publishing
- Rasmussen, B. 1988: Wind Energy, 2, Routledge: 1st edition
- Sathyajith, M. 2006: Wind energy: fundamentals, resource analysis and economics, Springer
- Stull, R.B. 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Springer 1st edition

Energy Systems:

- Ramage, J.: Energy: A Guide Book (Oxford University Press, 1997)
- Boyle, G. et al. (Eds.): Energy Systems and Sustainability (Oxford University Press, 2003)
- Blok, K.: Introduction to Energy Analysis (Technische Universiteit Delft, 2007)
- Houghton, J.: Global Warming: The Complete Briefing, 5th Ed. (Cambridge University Press, 2015)
- UNDP (Ed.): World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability (2000/2004), <http://www.undp.org/energy/weapub2000.htm>
- GEA: Global Energy Assessment { Toward a Sustainable Future (Cambridge University Press and International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, 2012), www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Chapters_Home.en.html - Goldemberg, J. et al.: Energy for a Sustainable World (Wiley Eastern, 1988)
- Nakicenovic, N., A. Grübler and A. McDonald (Eds.): Global Energy Perspectives (Cambridge University Press, Cambridge, 1998) - Khartchenko, N.V.: Advanced Energy Systems (Taylor and Francis, 1998)
- IEA (International Energy Agency): World Energy Statistics and Balances 2015 - BP: Statistical Review of World Energy 2016 (<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html>)
- EIA: International Energy Outlook 2016 (www.eia.doe.gov/forecasts/ieo/)
- United Nations: 2013 Energy Statistics Yearbook (2016) (unstats.un.org/unsd/energy/yearbook/)

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Pflicht / Mandatory
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Lecture, Exercises

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	At the end of the lecture period	2 Written Exams (max 90 min each)
--------------------	----------------------------------	-----------------------------------

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy647 - Future Power Supply Systems

Modulbezeichnung	Future Power Supply Systems
Modulkürzel	phy647
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Knowledge from module RE technology I, Mathematics
Kompetenzziele	After successful completion of the module students should be able to <ul style="list-style-type: none">• explain the management, power balancing and the provision of ancillary services within future electricity grid configurations with high shares of fluctuating and distributed generation• perform power system simulation with related software tools• describe different grid-designs, including mini- and microgrids• compare different markets for electricity (Futures' Market, Day-Ahead-Market, Intraday-Market, Balancing Power Market, Self-Consumption) and assess the suitability of these concepts for promoting the implementation of higher shares of fluctuating distributed power generation within the electricity grid.• explain the technical principles and resulting limiting factors of concepts and components required for power control within "Smart City", "Smart Grid", and "Smart Home" concepts
Modulinhalte	Future Power Supply Systems: <ul style="list-style-type: none">• Technology and characteristics of conventional power plants based e. g. on coal, gas, and nuclear,• Fundamentals, structure, technologies and operation of (AC-) electricity grids (incl. balancing power, voltage management, etc.),• Fluctuating distributed generation: Characteristics and solutions on the transmission and distribution grid levels, incl. storage, vehicle-to-grid-concepts, smart inverters, heat pumps / CHP, etc,• Interactions between technology and economics: The different electricity markets (Futures Market, Day-Ahead-Market, Intraday-Market, Balancing Power Market, Self-Consumption) and their links to the physical world,• "Smart City", "Smart Grid", "Smart Home",• Mini- and Micro-Grids,• Energy scenarios and modelling,• Chemical energy carriers in the energy system: power-to-gas (e.g. methane) and power-to-liquids (e.g. methanol)
Literaturempfehlungen	Future Power Supply Systems: Buchholz, B.M., Styczynski Z. (2014). Smart Grids - Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer Ed., Khartchenko, N. et al. (2013). Advanced Energy Systems, Second Edition

(Energy Technology). CRC Press Inc. Hemami, A. (2015). Electricity and Electronics for Renewable Energy Technology: An Introduction (Power Electronics and Applications) CRC Press, Schlögl, R. (2013) Ed., Chemical Energy Storage, De Gruyter

Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Sommersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Lecture and Seminar: 4 hrs/week	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Report (presentation: 50 min, Term-paper: 5 pp.) or Exercises (8 Exercises). In addition, active participation is required. The criteria to fulfil the requirement of the active participation are announced at the beginning of the term.	
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

pre025 - Wind Energy and Storage

Modulbezeichnung	Wind Energy and Storage
Modulkürzel	pre025
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (180 Hours)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Knipper, Martin (Modulverantwortung)• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)• Hölling, Michael (Prüfungsberechtigt)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)• Steinberger-Wilckens, Robert (Prüfungsberechtigt)• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

After successful completion of the module students should be able to:

- Critically evaluate and describe basic characteristics and functioning of wind energy converters
- Understand the physical principal of wind energy conversion
- Understand wind turbine aerodynamics
- Critically evaluate and describe electrochemical storage systems with a focus on batteries as well as hydrogen storage systems (electrolyser, gas storage and fuel cells)

Modulinhalte

Basics of Wind Energy:

- Wind characterization and anemometers
- Aerodynamic aspects of wind energy conversion
- Wind turbine performance
- Design of wind turbines
- Dimensional analysis and pi-theorem

Energy Storage:

- Fundamentals of electrochemistry and thermodynamics
- Energy and environmental balances
- Fundamental setup of most common battery types
- Fundamental chemical reactions in these batteries
- Operational characteristics of batteries (charging & discharging, weir processes and service lives)

Literaturempfehlungen

- E. Hau: Wind Turbines - 2nd edition, Springer, Berlin 2005
- T. Burton et al.: Wind energy Handbook, John Wiley & Sons Ltd, 2001
- J. Twele und R. Gasch: Wind Power Plants, Springer, 2011
- Gold Peak Industries. Lithium Ion technical handbook. 2003; Available from:
https://web.archive.org/web/20071007175038/http://www.gpbatteries.com/html/pdf/Li-ion_handbook.pdf.
- Fürstenwerth, D. and L. Waldmann, Stromspeicher in der Energiewende. 2015, Agora Energiewende: Hannover, Germany. p. 22.
- Hoppecke, Installation, commissioning and operating instructions for vented stationary lead-acid batteries, Hoppecke, Editor. 2013, Hoppecke Batterien GmbH & Co. KG: Brilon, Germany.
- Fischer, W., Blei Fibel - Stationary Lead-Acid Batteries, An Introductory Handbook. 1996, Hoppecke, Germany: Hoppecke. 130p..

Links

Unterrichtssprache	Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	Annual, Winter Semester, first semester in SuRE and EMRE		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modulart	Pflicht / Mandatory		
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Lecture, Exercises		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	End of Module's Block Written Exams (wind energy & energy storage)		

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

pre152 - Resilient Energy Systems

Modulbezeichnung	Resilient Energy Systems
Modulkürzel	pre152
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Lehnhoff, Sebastian (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

After successful completion of the module students should be able to:

- analyze, and critically understand different definitions of resilience and fundamental concepts relevant in the context of energy systems analysis (e.g. complexity, homeostasis, equilibria, stressors,...)
- understand and interlink assessment methods, principles and theories for resilience analysis of energy supply systems in different scientific disciplines
- critically evaluate the suitability, meaningfulness and implications of different resilience-related indicators, theories and assessment methods from several disciplines
- develop a scientific discourse on suitable approaches for assessing particular aspects of resilient energy system design in the context of a particular real-life case study
- identify main barriers, potentials and driving factors for improving one selected assessment approach in the context of its application to a case study
- perform a literature review, apply a selected resilience and extract the main related conclusions, arguing critically on them
- present scientific results and conclusions both verbally and in written form, including quotation to a professional standard

Modulinhalte

The module "Resilient energy systems" provides the theoretical background for understanding main concepts and interdisciplinary scientific methods from the context of resilience assessment as well as their role in the debate towards resilient energy systems.

Resilient Energy Systems (Lecture & Seminar, 180 h workload):

- Definitions and fundamental concepts in resilience analysis of energy systems (complexity, homeostasis, equilibria, feedback loops,...)
- Approaches and methods for resilience assessment from different relevant disciplines:
 - epistemic approaches
 - resilience as guiding principle
 - aggregation methods for resilience assessment
 - cyber-security and informatics

- environmental modelling
- risk and vulnerability analysis
- agent-based models
- governance studies

Literaturempfehlungen

Jesse et al. 2019. Adapting the theory of resilience to energy

systems: a review and outlook. *Energy, Sustainability and Society* (2019) 9:27
<https://doi.org/10.1186/s13705-019-0210-7>

Hölling C.S., 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. *Ecosystems*, 4, (2001), pp. 390-405.

Gössling-Reisemann, S. Resilience – Preparing Energy Systems for the Unexpected. In: Florin, Marie-Valentine / Linkov, Igor (Eds.), 2016, IRGC Resource Guide on Resilience, Lausanne EPFL International Risk Governance Center (IRGC), p. 73-80

Roegge P.E. et al. 2014. Metrics for energy resilience. *Energy Policy*, 72, (2014), pp. 249–256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.012>

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	Wintersemester
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Pflicht / Mandatory
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Lecture, Seminar

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	At the end of the semester	Presentation of a Paper (presentation - 20 minutes and written report ca. 10 pages) or Term Paper (ca. 15 pages)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

wir924 - Ecological Economics

Modulbezeichnung	Ecological Economics
Modulkürzel	wir924
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule • Master Water and Coastal Management (Master) > Bereich Socioeconomics
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Sievers-Glotzbach, Stefanie (Modulverantwortung) • Siebenhüner, Bernd (Modulverantwortung) • Lehrenden, Die im Modul (Modulberatung) • Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	None
Kompetenzziele	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> -get an overview of the current state of research in Ecological Economics -know and understand core concepts and policy implications of Ecological Economics -deepen their knowledge on one specific topic from the field of Ecological Economics -improve skills in reading, interpreting and presenting academic journal papers
Modulinhalte	<p>Ecological Economics is concerned with integrating the study and management of "nature's household" (ecology) and "humankind's household" (economics). This integration is central to many of humanity's current problems and to governing economic activity in a way that promotes human well-being, sustainability, and justice.</p> <p>The aim of this module is to introduce students to core concepts and policy implications from the field of Ecological Economics. The module consists of two seminars.</p> <p>-Lecture/seminar "Ecological Economics": This lecture/seminar is structured into three parts. First, students are being introduced to the topic by two lectures on the specific vision and paradigms of Ecological Economics as distinguished from environmental & resource economics and on the history of Ecological Economics. Second, the students work out and discuss the core analytical concepts (such as entropy, ecosystem services, social-ecological resilience, substitutability of natural capital) as well as the core normative concepts (including distributive justice, human behavior) in Ecological Economics. Third, the students discuss and reflect certain policy implications following from Ecological Economics – specifically the measurement of welfare, economics of degrowth, governance of resources as commons, and social-ecological transformation. The basis for discussion will be classical and current scientific papers.</p> <p>-Specialization seminar: Depending on current research foci and research projects of the Working Group of Ecological Economics, an additional seminar will give a deeper understanding of a specific research area in Ecological Economics (e.g., Social-Ecological Resilience, (De)Growth Concepts (Green Growth, Postgrowth, Degrowth), Commons).</p>
Literaturempfehlungen	<p>Costanza, R. (2001). Visions, Values, Valuation, and the Need for an Ecological Economics. <i>BioScience</i>, 51(6), 459-468.</p> <p>Daly, H. E. (2005). Economics in a full world. <i>Scientific American</i>, 293(3), 100-107.</p> <p>Röpke, I. (2004). The early history of modern ecological economics. <i>Ecological Economics</i> 50: 293-314.</p> <p>Röpke, I. (2005). Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. <i>Ecological Economics</i> 55: 262-290.</p>
Links	
Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	Yearly in the summer term
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Ergänzung/Professionalisierung
Modullevel	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)

Lehr-/Lernform		Vorlesung & Seminar		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		1 Hausarbeit oder 1 Referat oder 1 Klausur oder 1 mündliche Prüfung oder 1 Portfolio oder 1 Projektbericht		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Seminar		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

wir890 - Climate Economics

Modulbezeichnung	Climate Economics			
Modulkürzel	wir890			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Applied Economics and Data Science (Master) > Economics • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Böhringer, Christoph (Modulverantwortung) • Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt) • Riesenbeck, Lukas (Modulberatung) 			
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele	<p>This course aims at giving students an understanding of reasons, objectives and economic instruments for climate policy. Students first get acquainted with the natural science of the climate where anthropogenic greenhouse gas emissions constitute the source of man-made climate change. The latter is then explained from an economic perspective as a global environmental externality calling for environmental regulation to avoid substantial market failures. Game theoretic analysis of international negotiations and agreements provides key insights about the fundamental problems of free-riding and efficient climate policy design. Beyond theoretical propositions, 15 the lecture will critically discuss past and contemporary climate policies such as the Kyoto Protocol, the Paris Agreement, or the EU Emissions Trading System</p>			
Modulinhalte	<p>atural science of climate change; environmental externalities and market failures; environmental regulation (emission taxes, standards, tradable permits, etc.); international environmental agreements; critical appraisal of climate policy implementation</p>			
Literaturempfehlungen	<p>Roger Perman, Yue Ma, Michael Common, David Maddison and James McGilvray. Natural Resource and Environmental Economics. Addison Wesley. 2011 (4th edition).</p> <p>Daniel J. Phaneuf and Till Requate. A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice. Cambridge University Press, 2016.</p>			
Links				
Unterrichtssprache	Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	Annual			
Aufnahmekapazität Modul	30			
Modulart	Wahlpflicht / Elective			
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)			
Vorkenntnisse	Microeconomics			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	At the end of the lecture period	1 term paper or 1 presentation or 1 written exam or 1 oral examination or 1 portfolio or 1 project report		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Seminar		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

wir889 - Applied Environmental Economics

Modulbezeichnung	Applied Environmental Economics	
Modulkürzel	wir889	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Applied Economics and Data Science (Master) > Economics • Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) > Schwerpunktmodule NM-VWL • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Akzentmodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunktmodule NM-VWL 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt) • Huse, Cristian (Modulverantwortung) • Huse, Cristian (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Be able to conceptually understand and apply key empirical tools used by any economist (and other professionals) in Environmental, Energy, and Transport Economics.</p> <p>Be able to perform and critically evaluate an empirical analysis.</p>	
Modulinhalte	Econometric methods (discrete choice); Welfare analysis; Valuation; Types of data; Cost-benefit analysis.	
Literaturempfehlungen	<p>Phaneuf, D.J., and T. Requate. <i>A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice</i>. Cambridge University Press, 2016.</p> <p>Cameron, A. C., and P. Trivedi (2005). <i>Microeconometrics: Methods and Applications</i>. Cambridge: Cambridge University Press.</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	60	
Modulart	Pflicht o. Wahlpflicht / compulsory or optional	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Lecture	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	At the end of the lecture period	Portfolio
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

wir901 - Environmental Economics

Modulbezeichnung	Environmental Economics		
Modulkürzel	wir901		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h (Vorlesung: 3 SWS (42h Präsenz) Übung: 1 SWS (14h Präsenz) Es gibt 2 Zeitslots, in denen im Wechsel die Vorlesung und die Übung stattfinden.)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Applied Economics and Data Science (Master) > Economics • Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) > Schwerpunktmodule NM-VWL • Master Informatik (Master) > Module aus anderen Studiengängen • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Basismodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunktmodule NM-VWL • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunkt "Volkswirtschaftslehre" (VWL) (MPO2020) 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Helm, Carsten (Modulberatung) • Lehrenden, Die im Modul (Modulberatung) • Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt) • Helm, Carsten (Modulverantwortung) 		
Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Kompetenzziele	Grundlegende Konzepte und Denkfiguren der Umweltökonomie kennen und anwenden können; Umweltprobleme und Lösungsansätze analysieren und bewerten können; Wissenschaftliche Methoden und Diskussionsfähigkeit üben; Umweltökonomie im Kontext der interdisziplinären Nachhaltigkeitsforschung einordnen können.		
Modulinhalte	Ökonomische Analyse von Umweltbelastungen (Marktversagen, externe Effekte, Marktversagen); ethische Aspekte der Umweltökonomie; Instrumente der Umweltpolitik (handelbare Zertifikate, Steuern, Subventionen, Umwelthaftungsrecht); Innovation und Adaption neuer Technologien; internationale Umweltprobleme.		
Literaturempfehlungen	<p>Daniel J. Phaneuf and Till Requate. <i>A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice</i>. Cambridge University Press, 2016.</p> <p>Roger Perman, Yue Ma, Michael Common, David Maddison and James McGilvray. <i>Natural Resource and Environmental Economics</i>. Addison Wesley. 2011 (4th edition).</p>		
Links			
Unterrichtssprache	Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	jährlich		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modulart	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht		
Lehr-/Lernform	Vorlesung und Übung / Lecture and exercise		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Zum Ende der Vorlesungszeit	Klausur; Bonusleistungen durch übungsbegleitende Aufgabenbearbeitung	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus Workload Präsenz
Vorlesung		2	28
Übung		2	28
Präsenzzeit Modul insgesamt			56 h

mar375 - Modelle in der Populationsdynamik

Modulbezeichnung	Modelle in der Populationsdynamik
Modulkürzel	mar375
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Freund, Jan (Modulverantwortung)• Feudel, Ulrike (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/Ü Modelle in der Populationsdynamik

Die Studierenden sind in der Lage die Wachstumsdynamiken realer Populationen über trophische Ebenen hinweg mit angepassten Modellvarianten (z.B. ODEs, Abbildungen, Matrixmodellen) zu beschreiben und können aus Modellen strukturelle Erkenntnisse zu Langzeitverhalten, Stabilität/Resilienz, Multistabilität, Regimewechsel/Tipping Points, etc. ableiten. Darüber hinaus können sie Simulationen generieren, welche Realisierungen komplexer Populationsdynamiken darstellen.

Modulinhalte

VL Modelle in der Populationsdynamik

Modellierung von Wachstumsprozessen, Räuber-Beute-Beziehungen, Konkurrenz, Analyse der zeitlichen Dynamik der Populationen, alters- und stadienstrukturierte Modelle (Matrixmodelle), Populationen mit räumlicher Migration (Metapopulationsmodelle), adaptive Modelle

Ü Modelle in der Populationsdynamik

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen

Literaturempfehlungen

F. Brauer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology. Springer;

A.D. Bazykin: Nonlinear dynamics of interacting populations. World Scientific;

H. Caswell: Matrix Population Models. Sinauer;

L. Edelstein-Keshet: Mathematical Models in Biology. Birkhäuser;

J.D. Murray: Mathematical Biology I und II. Springer.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung VL Modelle in der Populationsdynamik Ü Modelle in der Populationsdynamik

Vorkenntnisse

Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar374 - Nichtlineare Dynamik im Erdsystem

Modulbezeichnung	Nichtlineare Dynamik im Erdsystem
Modulkürzel	mar374
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Feudel, Ulrike (Modulverantwortung)• Kruglov, Viacheslav (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Vorlesungen behandeln die grundlegenden mathematischen Methoden der nichtlinearen Dynamik, beginnend mit der Klassifizierung nichtlinearer dynamischer Systeme und dem Konzept des Zustandsraums. Verschiedene langfristige Verhaltensweisen wie stationäre Punkte, Grenzzyklen, quasi-periodische Bewegungen und chaotische Attraktoren werden vorgestellt, einschließlich ihrer numerischen Berechnung, ihrer dynamischen Eigenschaften auf der Grundlage von Lyapunov-Exponenten und ihrer Identifizierung in Zeitreihen aus Beobachtungsdaten und Modellsimulationen. Die lokale und globale Stabilität wird im Rahmen der Bifurkationstheorie diskutiert. Die im Hinblick auf ihr Auftreten in Erdsystemmodellen wichtigsten lokalen und globalen Bifurkationen werden erläutert und mit Beispielen aus der Physik und Ökologie illustriert.

Darüber hinaus werden drei verschiedene spezifische methodische Konzepte behandelt, die für die Analyse von Erdsystemmodellen relevant sind: Multistabilität, Synchronisation und die Identifikation von mesoskaligen Strukturen in hydrodynamischen Strömungen. Multistabilität wird als die Koexistenz mehrerer stabiler Zustände bei gegebenen Umweltparametern und Triebkräften eingeführt und basierend auf dem Konzept der Einzugsgebiete von Attraktoren und der langen transienten Dynamik analysiert. Synchronisation erklärt das Zusammenspiel zwischen verschiedenen Systemen entweder in einem Drive-Response-Kontext wie z.B. Populationswachstum, das durch den saisonalen Zyklus angetrieben wird, oder im Kontext der gegenseitigen Kopplung zwischen Systemen, wie die atmosphärische Kopplung zwischen verschiedenen Kompartimenten des Klimasystems, z.B. Hydrosphäre und Biosphäre. Bedingungen für das Entstehen und den Verlust von Synchronisation werden für sowohl unidirektionale als auch gegenseitige Kopplung abgeleitet. Der letzte Teil der Vorlesungen stellt die mathematischen Grundlagen der Identifikation von mesoskaligen Wirbeln in Ozeanströmungen auf der Basis von finite-time oder finite-size Lyapunov-Exponenten vor.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen den grundlegenden Unterschied zwischen konservativen und dissipativen Systemen sowie den Unterschied zwischen zeitkontinuierlicher und zeit-diskreter Modellbeschreibung
- verstehen die grundlegenden dynamischen Prozesse, die durch Nichtlinearitäten in Modellsystemen hervorgerufen werden
- kennen wichtige Charakteristika zur Identifikation von stationären Punkten, periodischen, quasi-periodischen und chaotischen Dynamiken in Modellsimulationen
- verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Dynamik nichtlinearer Modellsysteme unter dem Einfluss der Veränderung von Umweltbedingungen oder internen Parametern
- verfügen über ein grundlegendes Verständnis von Multistabilität und Synchronisation in Umweltsystemen sowie von mesoskaligen Wirbeln in Ozeanströmungen

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen Methoden zur numerischen Bestimmung des

Langzeitverhaltens dynamischer Systeme und können deren Stabilität gegenüber Störungen berechnen

- können das Softwaresystem MATLAB in grundlegenden Zügen bedienen und auf die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen im Rahmen einiger Vorlesungsthemen anwenden

- verfügen über einführende Kenntnisse, um analytisch und numerisch einfache Umweltsystemmodelle im Hinblick auf die Veränderung von Umweltbedingungen zu analysieren

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- lösen die Probleme und Anwendungsaufgaben u.a. in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen der Probleme öffentlich im Rahmen der Übungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihre Lösungen u.a. während der Präsentation und im öffentlichen Diskussionsprozess
- lernen fachliche Hürden und persönliche Unzulänglichkeiten auszuhalten und durch eigene Anstrengungen zu überwinden

Modulinhalte

VL Nichtlineare Dynamik im Erdsystem

Einführung in die Nichtlineare Dynamik: Langzeitdynamik (Gleichgewichte, Periodizität und Chaos) und Stabilität, Charakteristika der Dynamik (Autokorrelation, Lyapunov-Exponenten, Dimensionen), Instabilitäten und dynamische Übergänge, zeitliche und räumliche Strukturbildung, kohärente Strukturen in Strömungen, gekoppelte Systeme, Synchronisation, Kontrolle nichtlinearer Systeme, Anwendungen auf Probleme aus dem Erdsystem; Spezielle Probleme der Nichtlinearen Dynamik

Ü Nichtlineare Dynamik im Erdsystem

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen

Literaturempfehlungen

J. Argyris, G. Faust, M. Haase, R. Friedrich: Die Erforschung des Chaos, Springer 2017.

J. Guckenheimer und P. Holmes: Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, Springer, 1983.

E. Ott: Chaos in Dynamical Systems. Cambridge, 2002.

P. Schuster: Deterministisches Chaos. Verlag Chemie Weinheim, 1994.

Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben

Links	
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik

Vorkenntnisse		Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		<p>1 benotete Prüfungsleistung</p> <p>Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten</p> <p>Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung</p> <p>Aktive Teilnahme</p> <p>Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar369 - Kritische Zustände im System Erde: Kippunkte und Resilienz

Modulbezeichnung	Kritische Zustände im System Erde: Kippunkte und Resilienz
Modulkürzel	mar369
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Feudel, Ulrike (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/SE Kritische Zustände im System Erde

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über den Einfluss des Klimawandels auf Umweltsysteme. Sie können den Einfluss von Umweltveränderungen im Kontext von Modellen unterschiedlicher Komplexität in den Klimawissenschaften sowie in der Ökosystemdynamik einschätzen und kennen die Methodik der Analyse und der Vorhersage von Kippunkten. Darüber hinaus besitzen sie Kenntnisse über Maße der Resilienz, die sie auf einfache Umweltsysteme anwenden können.

Die Studenten besitzen die Fähigkeit komplexe, theoretische Vorgehensweisen in der modernen Meeres- und Klimaforschung nachzuvollziehen und durch Selbststudium der aktuellen Literatur auch neue oder verschiedene Ansätze in der Theorie zu begreifen und einzuordnen.

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, aktuelle Publikationen der Fachliteratur auszuwerten Umweltsystemmodelle zu verschiedensten Fragestellungen zu analysieren und die Resultate der Untersuchungen mit Umweltsystemmodellen auf spezielle Fragestellungen anzuwenden.

Modulinhalte

VL/SE Kritische Zustände im System Erde

Kippunkte: Tipping points im Klimasystem und Regime shifts in Ökosystemen, kritische Verlangsamung vor Kippunkten als Indikator zur Früherkennung von Tipping points und Regime shifts; Klassifikation von Tipping punkten, Systeme mit unterschiedlichen Zeitskalen, Tipping in räumlichen Systemen, rausch-induzierte Übergänge; rateninduziertes Kippen; Resilienzkonzepte

Diskussion aktueller Originalarbeiten aus der Umweltforschung, die vorrangig auf konzeptionellen Prozess-Modellen basieren (z.B. El Nino, thermohaline Zirkulation, Algenblüten, Wechsel von Wetterlagen, Dansgaard-Oeschger Ereignisse, Abschmelzen der Arktis)

Literaturempfehlungen

Aktuelle Publikationen aus Fachzeitschriften, die in der Veranstaltung bekannt gegeben werden.

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik VL Kritische Zustände im System Erde SE Kritische Zustände im System Erde
Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab

Kenntnisse der nichtlinearen Dynamik etwa im Umfang der Lehrveranstaltung
mar374 Nichtlineare Dynamik im Erdsystem

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Termin wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1 benotete Prüfungsleistung

Präsentation

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar367 - Ozeanmodelle

Modulbezeichnung	Ozeanmodelle
Modulkürzel	mar367
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Sensorik (Master) > Mastermodule• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lettmann, Karsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden lernen die wichtigsten Komponenten eines Ozeanmodells und deren theoretische Grundlagen kennen. Sie lernen numerische Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungen und deren Stabilität bzw. Fehler kennen. Sie kennen den Ablauf eines prognostischen Modells und können es für einfache Situationen einsetzen. Darüber hinaus werden einfache konzeptionelle Modelle vorgestellt zur Flachwasser-Wellenausbreitung, zur windgetriebenen Ozeanzirkulation sowie zur vertikalen Wärmeverteilung in der Wassersäule. Die Arbeit mit einem ‚state-of-the-art‘ Ozeanmodell wird am Beispiel des ROMS-Modellsystems eingeübt. Im Rahmen der praktischen Übung, die in einer Hausarbeit dargelegt wird, wird das oben genannte Modellsystem zur Simulation der hydrodynamischen Bedingungen (Strömungen, Wasserstand, Wassertemperatur und Salzgehalt) in einem selbstgewählten Gebiet des Weltozeans angewendet. Im Rahmen dieser Gruppenarbeit werden die Studierenden sowohl zur Teamfähigkeit als auch zum Umgang mit wissenschaftlicher Primärliteratur angeleitet.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen die grundlegenden partiellen Differentialgleichungen und mathematischen Ansätze, die den wichtigsten Teilkomponenten eines Ozeanmodells zu Grunde liegen
- kennen die nötigen Schritte, um ein lauffähiges Modellsystem für ein bestimmtes Gebiet des Weltozeans zu erstellen zur Simulation der hydrodynamischen Gegebenheiten (Strömungen, Wasserstand, Wassertemperatur und Salzgehalt)
- können die grundlegenden Gleichungen und mathematischen Ansätze der betrachteten Anwendungen mit verschiedenen numerischen Ansätzen lösen und in MATLAB implementieren
- können Remote-Rechner mit passenden Werkzeugen bedienen, was als Vorbereitung auf die Arbeit mit Höchstleistungscomputern in entfernten Rechenzentren gesehen werden kann

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- können einführende Methoden der numerischen Mathematik anwenden, um die grundlegenden mathematischen Gleichungen und Ansätze in Computercode (hier MATLAB) zu implementieren
- können ein ‚state-of-the-art‘ Ozeanmodell (z.B. ROMS) auf einführendem Niveau bedienen
- kennen einführende UNIX/Linux Grundlagen, um sich auf Remote-Systemen ausreichend sicher zu bewegen und Simulationen auf diesen zu starten und zu überwachen.
- kennen erste Werkzeuge und Methoden, um die Ausgabedateien der Ozeanmodelle im Netcdf-Format zu lesen und der weiteren Auswertung zuzuführen

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- lösen die Probleme und Anwendungsaufgaben u.a. in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen der Probleme öffentlich im Rahmen der Übungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihre Lösungen u.a. während der Präsentation und im öffentlichen Diskussionsprozess
- lernen fachliche Hürden und persönliche Unzulänglichkeiten auszuhalten und durch eigene Anstrengungen zu überwinden

Modulinhalte

VL/Ü Ozeanmodelle

Die Studierenden lernen die wichtigsten Komponenten eines Ozeanmodells und deren theoretische Grundlagen kennen. Sie lernen numerische Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungen und deren Stabilität bzw. Fehler kennen. Sie kennen den Ablauf eines prognostischen Modells und können es für einfache Situationen einsetzen.

VL Ozeanmodelle

Einführung in die Theorie und Bedienung komplexerer Ozeanmodelle, Vermittlung mathematischer und physikalischer Grundlagen zum Verständnis der modellierten Prozesse und deren Implementierung in die Modelle, Einführung in die hydrodynamischen

Gleichungen, Übersicht über horizontale und vertikale Tubulenzparametrisierungen, Bedeutung von Randbedingungen und atmosphärischen Antriebsdaten, Einübung der theoretischen Kenntnisse mit Hilfe des Ozeanmodells ROMS (Regional Ocean Modeling System).

Ü Ozeanmodelle

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen.

Literaturempfehlungen

D.B. Haidvogel, A. Beckmann, Numerical Ocean Circulation Modeling, 1999, Imperial College Press

J. Kämpf, Advanced Ocean Modelling, Using Open-Source Software, 2010, Springer

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik VL Ozeanmodelle Ü Ozeanmodelle

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Termin wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1 benotete Prüfungsleistung

M.Sc. Marine Umweltwissenschaften: Hausarbeit oder Klausur oder mündliche Prüfung

M.Sc. Umweltmodellierung: Hausarbeit oder mündliche Prüfung

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar368 - Klimamodelle

Modulbezeichnung	Klimamodelle
Modulkürzel	mar368
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lettmann, Karsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Im Rahmen dieser Veranstaltung werden grundlegende naturwissenschaftlich-mathematische sowie technische Fachkenntnisse im Rahmen der Klimamodellierung erworben. Dies beinhaltet u.a. verschiedene numerische Verfahren zur Lösung der für Klimamodelle wichtigen Transport-Reaktionsgleichung. Weiterhin werden an einfachen Energie-Bilanzmodellen (wie z.B. Daisy World) diese numerische Methoden, sowie das Algorithmieren und Programmieren mit MATLAB eingeübt. Am Beispiel eines Klimamodells mittlerer Komplexität (EMIC) werden die Grundlagen und verschiedenen Ansätze zur Ausgestaltung der Teilmodule eines Klimamodells behandelt (z.B. Eismodelle, Atmosphärenmodelle, Vegetationsmodelle, Strahlungsmodelle, Ozeanmodelle, Bodenmodelle etc.) Es werden weiterhin einige technische und statistische Aspekte im Arbeiten mit und Auswerten von Klimamodellen vorgestellt. Im Rahmen eines Abschlussprojektes, das das oben genannte EMIC verwendet, werden die Studierenden sowohl zur Teamfähigkeit als auch zum Umgang mit wissenschaftlicher Primärliteratur angeleitet. Im Rahmen der Abschlusspräsentation lernen die Studenten das Darstellen und das Diskutieren ihrer Ergebnisse.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- kennen und verstehen die grundlegenden partiellen Differentialgleichungen und mathematischen Ansätze, die den wichtigsten Teilmodulen eines Klimamodells zu Grunde liegen
- erwerben ein Grundverständnis über die Teilsysteme des Klimasystems, deren Interaktion sowie deren Modellierung
- können die Transport-Reaktionsgleichung mit verschiedenen numerischen Ansätzen lösen und in MATLAB implementieren
- können Remote-Rechner mit passenden Werkzeugen bedienen, was als Vorbereitung auf die Arbeit mit Höchstleistungscomputern in entfernten Rechenzentren gesehen werden kann
- kennen grundlegende statistische Ansätze, um die Ausgabe von Klimamodellen zu bewerten und einzuordnen

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- können einführende Methoden der numerischen Mathematik anwenden, um die grundlegenden mathematischen Gleichungen und Ansätze in Computercode (hier MATLAB) zu implementieren
- kennen einführende UNIX/Linux Grundlagen, um sich auf Remote-Systemen ausreichend sicher zu bewegen und Simulationen auf diesen zu starten und zu überwachen.
- kennen erste Werkzeuge und Methoden, um die Ausgabendateien der Klimamodelle im Netcdf-Format zu lesen und der weiteren Auswertung zuzuführen

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- lösen die Probleme und Anwendungsaufgaben u.a. in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen der Probleme öffentlich im Rahmen der Übungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihre Lösungen u.a. während der Präsentation und im öffentlichen Diskussionsprozess
- lernen fachliche Hürden und persönliche Unzulänglichkeiten auszuhalten und durch eigene Anstrengungen zu überwinden

Modulinhalte

VL Klimamodelle:

Einführung in die Theorie und Bedienung komplexerer Klimamodelle, Vermittlung mathematischer und physikalischer Grundlagen zum Verständnis der modellierten Prozesse und deren Implementierung in die Modelle, Einführung in statistische Bewertungsmaße von Klimamodellen, Programmierung einfacher Energie-Bilanz-Modelle, Umgang mit Klimamodellen mittlerer Komplexität (z.B. Planetsimulator), Simulation und Auswertung zukünftiger Treibhausgasemissions-szenarien.

Ü Klimamodelle:

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen

Literaturempfehlungen

K.E. Trenberth, Climate System Modelling, 1993, Cambridge University Press
 J. Marshall, R. A. Plumb, Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics: An Introductory Text, 2007, Academic Press
 K. McGuffie, A. Henderson-Sellers, The Climate Modelling Primer, 2014, John Wiley & Sons

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Ozean-, Klima- und Umweltphysik VL Klimamodelle: Theorie & Praxis Ü Klimamodelle: Theorie & Praxis
Vorkenntnisse	Nützlich: Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Klausur / mündliche Prüfung am Ende der Veranstaltungszeit, nach Bekanntgabe durch die Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur oder mündliche Prüfung

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Prüfung		Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Übung		2	SoSe	28
Vorlesung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar753 - Netzwerke und Komplexität

Modulbezeichnung	Netzwerke und Komplexität
Modulkürzel	mar753
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Gross, Thilo (Modulverantwortung)• Sältzer, Marius (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden sind in der Lage die vermittelten Ansätze für komplexe Systeme selbständig in der Modellierung und Datenanalyse anzuwenden. Ihre Kenntnisse der Grundlagen dieser Verfahren erlaubt ihnen sie auf neue Probleme anzupassen und zu erweitern. Die Studierenden haben einen Überblick über die Phänomene, die in komplexen verknüpften Systemen auftreten. Ihr Verständnis erlaubt es ihnen die Robustheit, und Instabilitäten eines gegebenen Systems zu durchschauen.

Modulinhalte

Dieses Modul erläutert an konkreten Beispielen verschiedene netzwerkbasierende Verfahren zur Analyse komplexer Systeme. Wir starten dabei von jeweils konkreten Problemen aus Wissenschaft und Gesellschaft und entwickeln dann die zur Lösung notwendige Theorie, bis wir das Problem (für einfache Beispiele) mit Papier und Bleistift lösen können.

Dabei werden zum einen hands-on Methoden vermittelt, die direkt auf eine Vielzahl von Problemen angewandt werden können. Zum anderen wird ein tiefgreifendes Verständnis von Netzwerken und Komplexität aufgebaut.

Die einzelnen Themen sind in vier große Themenblöcke organisiert:

Netzwerkalgorithmen – Problemlösungsansätze aus der Informatik mit denen Netzwerkeigenschaften schnell bestimmt werden können: Kürzeste Pfade, optimale Wege, etc. (Programmierkenntnisse sind hierfür nicht erforderlich).

Netzwerkphysik – Ansätze zur Analyse großer zum Teil unbekannter Systeme aus der Physik: Statistische Modelle von Netzwerken, Phasenübergänge und kritische Zustände. Statische Netzwerkeigenschaften. Robustheit gegen Angriffe und Fehlertoleranz von Netzwerken.

Dynamik komplexer Systeme – Ansätze aus der Theorie dynamische Systeme: kritische Übergänge. Verfahren zur Vereinfachung und Modellreduktion.

Spektrale Theorie der Netzwerke – Untersuchung von Netzwerken mit Methoden der Algebra: Selbstorganisation und Musterbildung, Einführung in hochleistungsverfahren der Datenanalyse, Verbindungen zu Informationstheorie und statistische Physik.

Literaturempfehlungen

A.L. Barabasi and M. Posfai: Network Science

S.N. Dorogovtsev: Lectures on Complex Networks

E. Estrada and P. Knight: A first course in Network Theory

V. Latora, V. Nicosia and G. Russo: Complex Networks: Principles, Methods, and Applications

C. Moore and S. Mertens: The Nature of Computation

M. Newman: Networks

S. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Sommersemester VL Netzwerke und Komplexität SE Netzwerke und Komplexität
Vorkenntnisse	Solide Kenntnis von Schulmathematik (Oberstufe) [Ableitungen, Matrizen und Vektoren]

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Portfolio oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten **1 benotete Prüfungsleistung**
Portfolio oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar754 - Modellierung komplexer Systeme

Modulbezeichnung	Modellierung komplexer Systeme	
Modulkürzel	mar754	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Feudel, Ulrike (Modulverantwortung) • Freund, Jan (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse in modernen Methoden der Prozess- und Systemorientierten Modellierung. Sie können Umweltsysteme mit Hilfe dieser Methoden analysieren. Sie können neue methodische Zugänge aus Originalpublikationen erfassen, verstehen und präsentieren.</p>	
Modulinhalte	<p>Spezialvorlesung (teilweise mit Übung) oder Seminar mit wechselnden Inhalten, um aktuelle Forschungsgebiete der prozess- und systemorientierten Modellierung darzustellen. Beispielhafte Inhalte: Numerische Methoden in der Ozeanographie, Gekoppelte Systeme, Synchronisation, Strukturbildung in räumlichen Systemen, Partikel in Strömungen, Biogeochemische Stoffkreisläufe, Netzwerke, Spieltheorie</p>	
Literaturempfehlungen	<p>Aktuelle Publikationen aus Fachzeitschriften, die in der Veranstaltung bekannt gegeben werden.</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	2 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	halbjährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	<p>Sommer- und Wintersemester SE Seminar Komplexe Systeme und Modellierung VL/Ü/SE Spezielle Methoden der prozess- und systemorientierten Modellierung</p>	
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der mathematischen Modellierung	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Präsentation oder Hausarbeit oder Seminararbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Präsentation oder Hausarbeit oder Seminararbeit</p> <p><u>Aktive Teilnahme</u></p> <p>Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>

Lehrveranstaltungsform Vorlesung, Seminar oder Übung

SWS 4

Angebotsrhythmus SoSe oder WiSe

Workload Präsenzzeit 56 h

mar755 - Fluidodynamik I

Modulbezeichnung	Fluidodynamik I
Modulkürzel	mar755
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Peinke, Joachim (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit komplexe, theoretische Vorgehensweisen in der modernen Meeres- und Klimaforschung nachzuvollziehen und durch Selbststudium der aktuellen Literatur auch neue oder verschiedene Ansätze in der Theorie zu begreifen und einzuordnen.

Die Studenten besitzen die Fähigkeit, aktuelle Publikationen der Fachliteratur auszuwerten Umweltsystemmodelle zu verschiedensten Fragestellungen zu analysieren und die Resultate der Untersuchungen mit Umweltsystemmodellen auf spezielle Fragestellungen anzuwenden.

Modulinhalte

Fluidodynamik I (VL+Ü):

Grundgleichungen: Navier-Stokes-Gleichung, Kontinuitätsgleichung, Bernoulli-Gleichung; Wirbel- und Energiegleichungen; Laminare Flüsse und Stabilitätsanalyse; exakte Lösungen, Anwendungen.

Literaturempfehlungen

D. J. Tritton: Physical fluid dynamics. Clarendon Press, Oxford, 2003
 G. K. Batchelor: An introduction to fluid dynamics. Cambridge University Press, Cambridge, 2002
 U. Frisch: Turbulence: the legacy of A. N. Kolmogorov. Cambridge University Press, Cambridge, 2001
 J. Mathieu, J. Scott: An introduction to turbulent flow. Cambridge University Press, Cambridge, 2000
 P.A. Davidson: turbulence Oxford 2004

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Hinweise	Unterrichtssprache: English. German on demand, if no international students participate
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL Fluidodynamik I (3KP) Ü Fluidynamik I (3KP)
Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

1 benotete Prüfungsleistung

Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat

Aktive Teilnahme

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	SoSe oder WiSe	56
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar757 - Fluiddynamik II

Modulbezeichnung	Fluiddynamik II
Modulkürzel	mar757
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Peinke, Joachim (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit komplexe, theoretische Vorgehensweisen in der modernen Meeres- und Klimaforschung nachzuvollziehen und durch Selbststudium der aktuellen Literatur auch neue oder verschiedene Ansätze in der Theorie zu begreifen und einzuordnen.

Die Studenten besitzen die Fähigkeit, aktuelle Publikationen der Fachliteratur auszuwerten Umweltsystemmodelle zu verschiedensten Fragestellungen zu analysieren und die Resultate der Untersuchungen mit Umweltsystemmodellen auf spezielle Fragestellungen anzuwenden.

Modulinhalte

Fluiddynamik II (VL+Ü):

Reynolds-Gleichung, Schließungsproblem und Schließungsansätze, Turbulenzmodelle: Kaskadenmodelle – Stochastische Modelle.

Literaturempfehlungen

D. J. Tritton: Physical fluid dynamics. Clarendon Press, Oxford, 2003
 G. K. Batchelor: An introduction to fluid dynamics. Cambridge University Press, Cambridge, 2002
 U. Frisch: Turbulence: the legacy of A. N. Kolmogorov. Cambridge University Press, Cambridge, 2001
 J. Mathieu, J. Scott: An introduction to turbulent flow. Cambridge University Press, Cambridge, 2000
 P.A. Davidson: turbulence Oxford 2004

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL Fluiddynamik II (3KP) Ü Fluiddynamik II (3KP)
Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	1 benotete Prüfungsleistung
--------------------	--	------------------------------------

Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar756 - Hydrogeologische Modellierung

Modulbezeichnung	Hydrogeologische Modellierung
Modulkürzel	mar756
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Greskowiak, Janek (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Hydrochemische Modellierung von Wasser-Gesteinswechselwirkungen mit PHREEQC

Die hydrochemische Modellierung von Wassergesteinswechselwirkungen mit dem Simulationsprogramm PHREEQC vertieft das quantitative Verständnis der chemischen Prozesse die den Porenwasserchemismus in natürlichen Systemen beeinflussen (z.B., in Grundwasserleitern, oder See- und Ozeansedimenten). In dieser Lehrveranstaltung werden Techniken der thermodynamischen Gleichgewichtsmodellierung und der kinetischen Reaktionsmodellierung erlernt. Behandelt werden dabei unter anderem Mineralausfällungs- und Minerallösungsreaktionen, Redox-Reaktionen, Kationenaustauschreaktionen und mikrobiell katalysierter Abbau von gelösten organischen Substanzen, unter Einbeziehung des advektiven und diffusiven Stofftransports.

Angewandte Modellierung von Strömung- und Stofftransport im Grundwasser

Ziele der Veranstaltung sind die Vermittlung von Kenntnissen zur quantitativen Hydrogeologie (Hydraulik und Advektion-Dispersion) und der Erwerb der Fähigkeit einfache Grundwasserströmungs- und Transportmodelle aufzubauen. Es werden dabei Einführungsbeispiele zur Kontaminationsausbreitung in Aquiferen durchgenommen, als auch die Simulation eines Analog-Experiments durchgeführt. Modellaufbau, Parametrisierung und numerisches Lösen der Grundwasserströmungs- und Advektions-Dispersionsgleichungen wird in dieser Veranstaltung mit der frei verfügbaren und von Gutachter-Büros oft benutzten Software PMWIN8 (<http://www.simcore.com>) realisiert.

Modulinhalte

Durchführung eines Kastenexperiments. Numerische Modellierung von Grundwasserströmung und Stofftransport mit PMWIN (<http://www.simcore.com>): Modellaufbau, Parameterisierung und numerisches Lösen der Grundwasserströmungs- und Advektions-Dispersionsgleichungen.

Modellierung hydrogeochemischer Prozesse (u.a. Speziationsreaktionen und Mineralreaktionen, Pyritoxidation, Oxidation organischer Substanz, Redox-Reaktionen, Ionenaustausch, Gleichgewichtsreaktionen und Reaktionskinetik) mit der Software PHREEQC (http://www.brr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/)

Literaturempfehlungen	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Links	https://www.usgs.gov/software/phreeqc-version-3/
Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL/Ü Angewandte Modellierung von Wasser und Stofftransport im Grundwasser VL/Ü Hydrochemische Modellierung von Wasser-Gesteinswechselwirkungen mit PHREEQC (Blockkurs in der vorlesungsfreien Zeit)

Vorkenntnisse

Hydrogeologische Grundlagen

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit <u>Aktive Teilnahme</u> Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung und Übung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar376 - Statistische Ökologie

Modulbezeichnung	Statistische Ökologie
Modulkürzel	mar376
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Freund, Jan (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/Ü Statistische Ökologie

Die Studierenden sind mit Grundlagen der Stochastik und relevanten Verteilungen der statistischen Ökologie vertraut. Sie kennen den Zusammenhang zwischen Stichproben aus Experiment- bzw. Felddaten und interessierenden Merkmalen des Ökosystems. Sie verstehen den Einsatz von Schätzern, ihre Voraussetzungen sowie die Quantifizierung und Handhabung von Schätzfehlern. Sie sind damit in der Lage auf der Basis realer Daten belastbare Aussagen über den Zustand und die Entwicklung von Ökosystemen abzuleiten.

Modulinhalte

VL Statistische Ökologie

Schätzung von Populationsanteilen, Capture-Recapture Experimente, Transekt- und Abstandsverfahren, Erfassung von Lebensgemeinschaften, Diversitätsindizes, Vergleich von Lebensgemeinschaften

Ü Statistische Ökologie

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen

Literaturempfehlungen

- D. Pfeifer, H.-P. Bäumler & U. Schleier: Grundzüge der statistischen Ökologie. CVO Univ., Inst. für Math. Stochastik;
- E.C. Pielou: Mathematical ecology. Wiley;
- D Borcard, F Gillet & P Legendre: Numerical ecology with R, Springer;
- M. Begon, J.L. Harper & C.R. Townsend: Ökologie: Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. Birkhäuser;
- L.J. Young & J.H. Young: Statistical ecology: a population perspective. Kluwer Academic Publ.;
- C.J. Krebs: Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Benjamin Cummings u.a.;
- O. Richter & D. Söndgerath: Parameter estimation in ecology: the link between data and models. VCH.

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung

Vorkenntnisse		Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul				
	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<p>1 benotete Prüfungsleistung</p> <p>M.Sc. Marine Umweltwissenschaften: Klausur oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung</p> <p>M.Sc. Umweltmodellierung: Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio</p> <p>Aktive Teilnahme</p> <p>Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar364 - Zeitreihenanalyse

Modulbezeichnung	Zeitreihenanalyse	
Modulkürzel	mar364	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Embedded Brain Computer Interaction • Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Human-Computer Interaction • Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Systems Engineering • Master Marine Sensorik (Master) > Mastermodule • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Freund, Jan (Modulverantwortung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit Zeitreihen zu visualisieren und mit Standardmethoden der Zeitreihenanalyse zu analysieren. Sie können Zeitreihen als im Messprozeß verrauschte Realisierungen unterliegender stochastischer Prozesse auffassen und sind in der Lage, Schätzer mit ihren wesentlichen Merkmalen (Verzerrung, Konsistenz und Effizienz, Verteilung) sicher zu handhaben und die Resultate zuverlässig zu interpretieren. Sie können reale Zeitreihen im Kontext wissenschaftlicher Qualitätsanforderungen bewerten, transformieren/bereinigen/modifizieren und analysieren bzw. für anschließende Analysen aufbereiten.</p>	
Modulinhalte	<p>Charakteristika eines stochastischen Prozesses und deren Schätzer, Komponentenmodell, Trendbereinigung, spektrale Methoden, Filterung, lineare Prozesse, und nichtlineare Prozesse, Einbettungsverfahren, Kenngrößen der nichtlinearen Zeitreihenanalyse, symbolische Dynamik</p>	
Literaturempfehlungen	<p>R.H. Shumway & D.S. Stoffer: Time series analysis and its applications: with R examples. Springer R. Schlittgen: Angewandte Zeitreihenanalyse mit R. Oldenbourg; R. Schlittgen & B. Streitberg: Zeitreihenanalyse. Oldenbourg. PJ Brockwell & RA Davis: Time series : theory and methods, Springer; H. Kantz & T. Schreiber: Nonlinear time series analysis. Cambridge Univ. Press.</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung VL Zeitreihenanalyse Ü Zeitreihenanalyse	
Vorkenntnisse	Nützlich: Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung 1 benotete Prüfungsleistung	

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
	oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	M.Sc. Marine Umweltwissenschaften: Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung M.Sc. Umweltmodellierung: Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar365 - Stochastische Prozesse

Modulbezeichnung	Stochastische Prozesse
Modulkürzel	mar365
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Freund, Jan (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL/Ü Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung

Die Studierenden verstehen das Konzept eines stochastischen Prozesses und beherrschen die Standarddeskriptoren in Zeit- und Frequenzbereich. Sie vertiefen/erwerben dabei elementare Kenntnisse der Stochastik. Sie kennen und beherrschen verschiedene Formulierungen stochastischer Prozesse (stochastische Automaten und Abbildungen, Sprungprozesse und stetige Zufallsbewegungen) sowie deren beispielhaften Einsatz in der Beschreibung von Naturphänomenen. Sie sind in der Lage problembezogen ein stochastisches Prozessmodell zu entwerfen, numerisch zu simulieren und mit geeigneten Methoden auszuwerten.

Modulinhalte

VL Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung

Elementare Konzepte der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Charakterisierung stochastischer Prozesse in Zeit- und Frequenzbereich, Wiener-Khinchin Theorem, Farbe des Rauschens, Markov-Prozess, Chapman-Kolmogorov Glg., Master-, Fokker-Planck- und Langevin- Gleichung mit additivem und multiplikativem Rauschen, Randbedingungen und asymptotische Lösungen, Anwendungen: Zufallsbewegung, neuronale Dynamik, stochastische Populationsdynamik

Ü Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung

Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen

Literaturempfehlungen

C.W. Gardiner: Handbook of stochastic methods: for physics, chemistry and the natural sciences. Springer;

N.G. van Kampen: Stochastic processes in physics and chemistry. Elsevier;

J. Honerkamp & K. Lindenberg: Stochastic dynamical systems: concepts, numerical methods, data analysis. Wiley-VCH;

H. Risken: The Fokker-Planck equation: methods of solution and applications. Springer;

L. Schimansky-Geier: Stochastic dynamics. Springer;

V.S. Anishchenko, V. Astakhov, A. Neiman, L. Schimansky-Geier & T. Vadivasova: Nonlinear dynamics of chaotic and stochastic systems: tutorial and modern developments. Springer.

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective

Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung	
	VL Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung Ü Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung	
Vorkenntnisse	Nützlich: Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<p>1 benotete Prüfungsleistung</p> <p>M.Sc. Marine Umweltwissenschaften: Klausur oder mündliche Prüfung oder fachpraktische Übungen</p> <p>M.Sc. Umweltmodellierung: Klausur oder mündliche Prüfung oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder Portfolio</p> <p>Aktive Teilnahme</p> <p>Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.</p>
--------------------	--	--

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

wir808 - Multivariate Statistik

Modulbezeichnung	Multivariate Statistik			
Modulkürzel	wir808			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) > Basismodule • Master Informatik (Master) > Module aus anderen Studiengängen • Master Sustainability Economics and Management (Master) > Basismodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule • Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Module der Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Basismodule • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Mantelmodule (MPO2020) • Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunkt "Volkswirtschaftslehre" (VWL) (MPO2020) 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Stecking, Ralf Werner (Modulverantwortung) • Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele	Die Studierenden			
	<ul style="list-style-type: none"> • kennen multivariate Analyseverfahren. • wählen diese zur datenbasierten Modellierung ökonomischer Fragestellungen aus den Bereichen Wirkungsanalyse, Prognose, Klassifikation und Segmentierung aus. • wenden diese an. 			
Modulinhalte	Lineare und Logistische Regressionsanalyse, Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Variablenselektion, Modellvalidierung.			
Literaturempfehlungen	Backhaus, Erichson, Plinke, Weiber (2015): Multivariate Analysemethoden, 14. Aufl., Springer, Berlin Litz, H.P. (2000): Multivariate Statistische Methoden, Oldenbourg, München Hartung, J. und Elpelt, B. (2006): Multivariate Statistik, 7. Aufl., Oldenbourg, München Berthold, M. und Hand, D.J. (2010): Intelligent Data Analysis, 2. Aufl., Springer, Berlin Witten, I.H. und Frank, E. (2011): Data Mining, 3. Aufl., Morgan Kaufmann, San Francisco			
Links				
Unterrichtssprache	Deutsch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	jährlich			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modulart	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht			
Modullevel	MM-PB (Professionalisierungsbereichsmodul im Master)			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	In der Regel zum Ende der Veranstaltungszeit.		Klausur oder mündliche Prüfung	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2		28
Übung		2		28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mat843 - Elemente Multivariater Statistik

Modulbezeichnung	Elemente Multivariater Statistik		
Modulkürzel	mat843		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • May, Angelika (Modulverantwortung) • Christiansen, Marcus (Modulverantwortung) • Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung) 		
Teilnahmevoraussetzungen			
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik • Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik • Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken • Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter • Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen • Die Studierenden beherrschen die multivariate Normalverteilung, lernen andere multivariate Verteilungen kennen und • können Hauptkomponenten- und Faktoranalyse auf Daten anwenden und interpretieren. • Querverbindungen: mat315, mat810 <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematiknahe Programmierung in R • Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit • Strategien zum Umgang mit Ausreißern / Datenrobustheit • stochastische Simulation 		
Modulinhalte	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: - Wiederholung: Eigenwertzerlegung, Singulärwertzerlegung; - Operationen für Multivariate Daten: Selektion und Projektion - die multivariate Normalverteilung; Eigenschaften - Verteilungen: Wishart, Wilks Lambda, Hotelling T - klassische Modelle: Hauptkomponentenanalyse, Faktoranalyse, Diskriminanzanalyse, Clustering, Korrespondenzanalyse, Kanonische Korrelation, Multidimensional Scaling, Conjoint Analyse		
Literaturempfehlungen	Härdle, W., Simar, L.: Applied multivariate statistical analysis, Springer. Benzécri, JP, Bellier, L.: L'analyse des données, Dunod. Jolliffe, I.: Principal component analysis, Wiley. Mardia, KV, Kent, JT, Bibby, JM.: Multivariate analysis, Academic press.		
Links			
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Hinweise	Studienschwerpunkt: C		
Modulart	Wahlpflicht / Elective		
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	nach Ende der Vorlesungszeit	Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ)	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus Workload Präsenz

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	--	42
Übung		1	--	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mat837 - Extremwertstatistik und Anwendungen

Modulbezeichnung	Extremwertstatistik und Anwendungen
Modulkürzel	mat837
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Mathematik (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)• May, Angelika (Modulverantwortung)• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none">• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software• Die Studierenden lernen die Grenzwertsätze der Extremwertstatistik und die dazu gehörigen statistischen Verfahren kennen und können diese in realen Datensituationen anwenden.• Querverbindungen: mat315, mat826, mat843, mat805 (bzw. Versicherungsmathematik I im neuen System) <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none">• mathematiknahe Programmierung in R• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit• stochastische Simulation
Modulinhalte	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none">• Maxima: GEVD und Eigenschaften, Fisher-Tippet-Gnedenko-Thm / Attraktionsbereiche, BlockMaxima• Schwellüberschreitungen: GPD und Eigenschaften; Pickands-Balkema-deHaan Thm; Hill Schätzer• Punktprozesse: der Poissonprozess; Verbindung zur Exponentialtlg; Relevanz in EVT• Diagnostik: Mean-Excess Plot, Return Level Plot, Extremal-Index
Literaturempfehlungen	Coles, S., et al. An introduction to statistical modeling of extreme values, Springer. Embrechts, P, Klüppelberg, C., Mikosch, T. Modelling extremal events: for insurance and finance, Springer. McNeil, A.J., Frey, R., Embrechts, P. Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools, Princeton university press. Reiss, R-D., Thomas, M. Statistical analysis of extreme values, Birkhäuser.
Links	
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Hinweise	Studienschwerpunkt: C
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)

Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung			
Vorkenntnisse	Stochastik I, Statistik I			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	nach Ende der Vorlesungszeit	Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ)		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	--	42
Übung		1	--	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mat847 - Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik

Modulbezeichnung	Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik
Modulkürzel	mat847
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Mathematik (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)• May, Angelika (Modulverantwortung)• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none">• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software• Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen• Die Studierenden lernen die zentralen Konzepte, Argumente und Verfahren der explorativen Datenanalyse und der robusten Statistik kennen und können diese in R anwenden.• Querverbindungen: mat315, mat330, mat350, mat525, mat530 <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none">• mathematiknahe Programmierung in R• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit• Strategien zum Umgang mit Ausreißern/Datenrobustheit• stochastische Simulation
Modulinhalte	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none">• Konzepte der graphischen Datenanalyse• Konzepte der interaktiven Datenanalyse• Begriffe, Werkzeuge und Schlussweisen der robusten Statistik• Umgebungen, Influenzkurve, Maxbiaskurve, Gross Error Sensitivity• Bruchpunkt, Minimax-Ansätze, Robuste Optimalität• Beispiele robuster Verfahren für Lokation, Skala, Kovarianzen, Regression• auf robusten Verfahren basierende Diagnostik
Literaturempfehlungen	Hampel, F.M., Ronchetti, E.M., Rousseeuw, P.J., Stahel, W.A.: Robust Statistics: the approach based on influence functions, Wiley. Huber, P.J.: Robust Statistics, Wiley. Rieder, H.: Robust Asymptotic Statistics, Springer. Rousseeuw, P.J., Leroy A.M.: Robust regression and outlier detection, Wiley. Tukey, J.W.: Exploratory Data Analysis 6.
Links	
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Hinweise	Studienschwerpunkt: C
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung

Vorkenntnisse

Stochastik I, Statistik I

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	nach Ende der Vorlesungszeit	Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ)		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	--	42
Übung		1	--	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mat839 - Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsmodelle

Modulbezeichnung	Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsmodelle	
Modulkürzel	mat839	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Christiansen, Marcus (Modulverantwortung) • May, Angelika (Modulverantwortung) • Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik • Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter • Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen • Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen • Die Studierenden lernen Grundbegriffe der Zeitreihenanalyse kennen, kennen wichtige Modelle und können diese an Daten anpassen. • Querverbindungen: mat315, mat826 <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematiknahe Programmierung in R • Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit • stochastische Simulation 	
Modulinhalte	<p>als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autokovarianz und partielle Autokovarianz – Stationarität und Ergodizität; • Sätze von Herglotz und Bochner; Spektralmaß eines stationären Prozesses; • ARIMA Modelle; Zustandsraummodelle; GARCH Modelle • Schätzung und Inferenz • Kalman Filter und Glätter; EM-Algorithmus 	
Literaturempfehlungen	<p>Durbin, J., Koopman, S.J.: Time series analysis by state space methods, Oxford University Press. Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Time series: theory and methods, Springer. Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to time series and forecasting. Hamilton, J.D.: Time series analysis, Princeton university press. Schlittgen, R., Streitberg, B.: Zeitreihenanalyse, Oldenbourg.</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Hinweise	Studienschwerpunkt: C	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung	
Vorkenntnisse	Stochastik I, Statistik I	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	nach Ende der Vorlesungszeit	Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	--	42
Übung		1	--	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mat849 - Statistische Algorithmen

Modulbezeichnung	Statistische Algorithmen		
Modulkürzel	mat849		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Christiansen, Marcus (Modulverantwortung) • May, Angelika (Modulverantwortung) • Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung) 		
Teilnahmevoraussetzungen			
Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik • Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter • Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen • Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens sowohl durch breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik • Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen • Die Studierenden lernen wichtige Algorithmen und deren Implementation in Standard-Software kennen und können diese anwenden. • Querverbindungen: mat840, mat705, mat730, mat843 		
Modulinhalte	<p>als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzipien zur Zufallszahlenerzeugung • Monte-Carlo Techniken: antithetische/Kontrollvariante, Rejection Sampling, Multilevel • Projection Pursuite • MCMC, Gibbs Sampling • Simulated Annealing • verschiedene Varianten des Bootstrap/subsampling • Regressionsbäume/CART • MARS • Ensemble Methoden: Bagging, Boosting 		
Literaturempfehlungen	<p>Dietterich, T.G.: Ensemble methods in machine learning. Multiple classifier systems. Efron, B, Tibshirani, R.J.: An introduction to the bootstrap. Hall, P.: The bootstrap and Edgeworth expansion. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The elements of statistical learning. Ripley, B.D.: Stochastic Simulation.</p>		
Links			
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Hinweise	Studienschwerpunkt: C		
Modulart	Wahlpflicht / Elective		
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Vorlesung + Übung		
Vorkenntnisse	Stochastik I, Statistik I, Statistik II		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	nach Ende der Vorlesungszeit	Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ)	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus
			Workload Präsenz

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	--	42
Übung		1	--	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar768 - Statistische Analyse

Modulbezeichnung	Statistische Analyse	
Modulkürzel	mar768	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Freund, Jan (Modulverantwortung) • Feudel, Ulrike (Modulberatung) • Greskowiak, Janek (Modulberatung) • Peppler-Lisbach, Cord (Modulberatung) • Ruckdeschel, Peter (Modulberatung) • Wächter, Matthias (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse in modernen Methoden der Statistischen Analyse von Umweltdaten. Sie können Umweltsysteme mit Hilfe dieser Methoden modellieren. Sie können neue methodische Zugänge aus Originalpublikationen erfassen, verstehen und präsentieren.</p>	
Modulinhalte	<p><u>Spezielle Methoden der Statistischen / Stochastischen Modellierung (VL, Ü, S)</u></p> <p>Spezialvorlesung (teilweise mit Übung) oder Seminar mit wechselnden Inhalten, um aktuelle Forschungsgebiete der statistischen und stochastischen Modellierung darzustellen. Beispielhafte Inhalte: z.B. Korrelation, Kausalität und ihre Rekonstruktion aus multivariaten Zeitreihen, Generalisierte Regression, Mathematische Grundlagen der Angewandten Statistik, Computerintensive Verfahren.</p> <p><u>Seminar Komplexe Systeme und Modellierung (S)</u></p> <p>Heranführung an aktuelle Themen in der Umweltmodellierung</p>	
Literaturempfehlungen	<p>Fachliteratur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	<p>Winter- und Sommersemester Auswahl von Veranstaltungen von insgesamt 6 KP SE Kolloquium: Komplexe Systeme und Modellierung VL, Ü, SE Spezielle Methoden der Statistischen und Stochastischen Modellierung (WP) SE Extremereignisse in der Natur - Statistik und Strukturen komplexer Systeme Ü Analyse landschaftsökologischer Daten</p>	
Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	<p>Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder alle anderen möglichen Prüfungsleistungen nach 1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte</p>	

Prüfung

Prüfungszeiten

Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Prüfungsform

Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Referat oder Hausarbeit oder Seminararbeit

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Seminar		1	SoSe oder WiSe	14
Übung		1	SoSe oder WiSe	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar366 - Current topics in modelling and data analysis

Modulbezeichnung	Current topics in modelling and data analysis
Modulkürzel	mar366
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Marine Umweltwissenschaften (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Blasius, Bernd (Modulverantwortung) • Ryabov, Alexey (Modulberatung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

VL and SE Machine learning in the environmental sciences

The students acquire the latest methods in the field of mathematical modeling and analysis of large datasets (Big Data) and their application areas. They are capable of implementing analyses using the Matlab language. They learn to engage with current literature and critically evaluate the latest methods regarding data security and usability in a scientific context.

Modulinhalte

VL and SE Machine learning in the environmental sciences

In this course the students will learn to think as a data scientist and ask questions about the data. First, we will learn how to work with tables and extract statistics on groups of data. Then, we will go to the basic approaches of machine learning: supervised learning (classification and regression trees, neural networks), unsupervised learning (cluster analysis, factor analysis), reducing system dimensions (PCA, MDA ect.), statistical modelling (regression, generalized linear models), and optimization of model parameters (simulated annealing, differential evolution). Finally, we will focus on typical workflow of the data processing. We will use Matlab to implement the algorithms.

Literaturempfehlungen	Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Wahlpflichtbereich Mathematische Modellierung	
	VL Machine learning in the environmental sciences S Machine learning in the environmental sciences	
Vorkenntnisse	Einführende Veranstaltung in mathematischer Modellierung	

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Präsentation oder Hausarbeit am Ende der Veranstaltungszeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

1 benotete Prüfungsleistung

Präsentation oder Hausarbeit

Aktive Teilnahme

Aktive Teilnahme umfasst die Präsentation eines Themas in Form eines Seminarvortrags, wenn die Prüfungsleistung eine Hausarbeit ist, oder die schriftliche Ausarbeitung, wenn die Prüfungsleistung ein Seminarvortrag ist, sowie die Beteiligung an der Diskussion von Seminarbeiträgen.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf651 - Betriebliche Umweltinformationssysteme

Modulbezeichnung	Betriebliche Umweltinformationssysteme
Modulkürzel	inf651
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) > Schwerpunktmodule NM - interdisziplinär• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule Bereich Wirtschaftsinformatik• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik• Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunktmodule NM - interdisziplinär
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Bremer-Rapp, Barbara (Modulverantwortung)• Solsbach, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Keine Teilnahmevoraussetzung
Kompetenzziele	<p>Die in diesem Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten ergänzen unter anderem die Inhalte der Umweltinformatik und schaffen einen klaren Bezug zu aktuellen Fragestellungen im Bereich der Nachhaltigkeit. Durch den starken praktischen Bezug sind die erworbenen Kompetenzen direkt für nachfolgende Qualifikationsprozesse oder im Beruf einsetzbar.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• sind in der Lage, das Nachhaltigkeitsparadigma einzuordnen und zu erläutern• verfügen über aktuelle Kenntnisse der Nachhaltigkeitsberichterstattung• sind in der Lage, Stoffströme zu definieren und zu modellieren• verfügen über praktisches Wissen aus dem Themengebiet Betriebliche Umweltinformationssysteme <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• setzen Betriebliche Umweltinformationssysteme um• wenden verschiedene Techniken, Verfahren und Methoden im Rahmen von Fallstudien an• entwickeln in Gruppen neue Fallstudien als Umgebung für ihre Lösungsansätze zu einer gegebenen Problemstellung <p>Sozialkompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden:• arbeiten in Gruppen und müssen so Arbeitspakete identifizieren und Verantwortlichkeiten wahrnehmen• präsentieren und diskutieren die eigenen (Teil-)Ergebnisse auf fachlicher Ebene <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• nehmen Kritik an und verstehen sie als Vorschlag für die Weiterentwicklung des eigenen Handelns
Modulinhalte	In der Veranstaltung werden die sich aus den Umweltbedingungen der Unternehmen ergebenden Probleme thematisiert und es wird aufgezeigt, welche

Methoden, Verfahren und Techniken der Informationsverarbeitung geeignet sind, um die Problemlösung zu unterstützen. Dabei werden insbesondere informatikgestützte Verfahren des produktionsintegrierten Umweltschutzes, des Umweltcontrolling und der Umweltberichterstattung dargestellt und diskutiert. Um diese Maßnahmen vertieft in den Kontext des Umweltschutzes zu integrieren, ist es erforderlich, auch Probleme des Umweltmanagements und der Umweltmanagementsysteme als Basis und Kontextinformationen zu vermitteln. Weil insbesondere eine synoptische Betrachtung von Produktion einerseits sowie Demontage und Recycling andererseits zu der Erwartung Anlass gibt, Umweltschutzaktivitäten a priori zu vermeiden, wird diesem Aspekt besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Aufgrund der Tatsache, dass sich die Betriebliche Umweltinformatik als eigenständige Disziplin etabliert hat, ist es ebenfalls erforderlich, allgemeine Grundlagen und Basiskonzepte in die Wissensvermittlung einzubeziehen. Die Studierenden sollen befähigt werden, Konzepte und Methoden (z.B. der Stoffstromanalyse bzw. des Stoffstrommanagements) sowie deren Einbindung in das Umweltmanagement zu kennen und zu beherrschen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Einsatz von Standardsoftware für die Durchführung von Stoffstromanalysen.

Im Rahmen dieser Veranstaltung werden folgende Themenkomplexe behandelt:

- Umweltmanagement als Grundlage der Nachhaltigkeit
- Nachhaltigkeit und Stoffstrommanagement
- Strategisches Umweltmanagement
- Operatives Umweltmanagement
- Ökocontrolling-Kreislauf
- Charakterisierung Betrieblicher Umweltinformationssysteme
- Architekturen Betrieblicher Umweltinformationssysteme
- Standardsoftwaresysteme
- Ökobilanzierungssysteme

Literaturempfehlungen

- Heck, P., Bemmann, U. (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement. Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Rüdiger, C. (2000): Betriebliches Stoffstrommanagement. Deutscher Universitätsverlag.
- Möller, A. (2000): Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme. Projekt Verlag.
- Rautenstrauch, C. (1999), Betriebliche Umweltinformationssysteme, Springer-Verlag, Berlin.

Links				
Unterrichtssprache		Deutsch		
Dauer in Semestern		1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul		SoSe		
Aufnahmekapazität Modul		unbegrenzt		
Lehr-/Lernform		V+Ü		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul				
	Am Ende der Vorlesungszeit	2 Prüfungsleistungen (Fachpraktische Übungen und Klausur oder Fachpraktische Übungen und mündliche Prüfung)		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf659 - Betriebliche Umweltinformationssysteme II

Modulbezeichnung	Betriebliche Umweltinformationssysteme II
Modulkürzel	inf659
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) > Schwerpunktmodule NM - interdisziplinär• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule Bereich Wirtschaftsinformatik• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik• Master Wirtschafts- und Rechtswissenschaften (Master) > Schwerpunktmodule NM - interdisziplinär
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Bremer-Rapp, Barbara (Modulverantwortung)• Solsbach, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)

Teilnahmevoraussetzungen

nützliche Vorkenntnisse:

erste Expertise bzgl. der Themen Materialflussanalysen, produktionsnahe BUIS, Umweltmanagementsysteme, Ökobilanzen und Nachhaltigkeitsmanagement. Diese Inhalte werden bspw. durch die Module inf651 Betriebliche Umweltinformationssysteme I sowie inf660 Nachhaltigkeitsinformatik abgedeckt

Kompetenzziele

Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden die praktische Auseinandersetzung mit aktuellen Fragestellungen aus dem Bereich Betriebliche Umweltinformationssysteme zu ermöglichen. Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung verfügen die Studierenden über umfassende Kenntnisse im Bereich Betriebliche Umweltinformatik. Ebenso kennen sie aktuelle Forschungsthemen und Herausforderungen sowie relevante Anwendungen und Praxisprojekte..

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- verfügen über umfassendes Wissen zum Thema Betriebliche Umweltinformationssysteme
- kennen aktuelle Forschungsfragestellungen, Herausforderungen, relevante Anwendungen und Praxisprojekte

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- erstellen eigene Lösungsansätze oder passen existierende Lösungsansätze auf neue und bislang ungelöste Fragestellungen im Bereich Betriebliche Umweltinformationssysteme an - erfassen benötigte Daten, analysieren diese und bereiten diese auf

Sozialkompetenzen

- Die Studierenden:
- arbeiten in Gruppen und müssen so Arbeitspakete identifizieren und Verantwortlichkeiten wahrnehmen
- präsentieren und diskutieren die eigenen (Teil-)Ergebnisse auf fachlicher Ebene

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- nehmen Kritik an und verstehen sie als Vorschlag für die Weiterentwicklung des eigenen Handelns

Modulinhalte

Der stark gestiegene gesellschaftliche Druck zwingt Unternehmen ihr bisheriges Handeln zu hinterfragen und verschiedenste Nachhaltigkeitsaspekte in die Unternehmensstrategie und die täglichen Entscheidungen zu integrieren. Für die Etablierung nachhaltiger Unternehmensstrategien und nachhaltigem unternehmerischen Handeln bieten sich Betriebliche Umweltinformationssysteme an. Derartige Systeme helfen nicht nur bei der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben (z.B. bezüglich Abfall- oder Gefahrstoffmanagement), sondern insbesondere auch bei der Minimierung von Emissionen und Abfall oder bei der Optimierung von Energie- und Ressourcenverbräuchen.

Der Schwerpunkt des Moduls liegt auf:

- der Behandlung aktueller Forschungsfragen aus dem Gebiet der Betrieblichen Umweltinformationssysteme und der Betrieblichen Umweltinformatik
- der Auseinandersetzung mit etablierter Standardsoftware und neuentwickelten Lösungen
- der praktischen Anwendung des erworbenen Wissens auf die Definition neuer und auf die Lösung etablierter Fallstudien

Literaturempfehlungen

- Marx Gómez, Jorge, Scholtz, Brenda (Hrsg.) (2016): Information Technology in Environmental Engineering. Springer International Publishing
- Marx Gomez, J., Sonnenschein, M., Vogel, U., Winter, A., Rapp, B., Giesen, N. (Hrsg.) (2016): Advances and New Trends in Environmental and Energy Informatics. Springer International Publishing
- Marx Gómez, J., Teuteberg, F. (Hrsg.) (2010): Corporate Environmental Management Information Systems – State of the Art and Future Trends. Idea Group Publishing Hershey (PA), London
- Heck, P., Bemmann, U. (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement. Deutscher Wirtschaftsdienst
- Rüdiger, C. (2000): Betriebliches Stoffstrommanagement. Deutscher Universitätsverlag
- Möller, A. (2000): Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme. Projekt Verlag
- Rautenstrauch, C. (1999), Betriebliche Umweltinformationssysteme, Springer-Verlag, Berlin

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	WiSe
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Die Veranstaltung wird typischerweise als Blockkurs in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Vor Beginn der Veranstaltung wird die jeweils gültige Lehr-/Lernform und die Lehrsprache bekannt gegeben.

Lehr-/Lernform	V+Ü
-----------------------	-----

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
----------------	-----------------------	---------------------

Gesamtmodul

Falls die Veranstaltung als Blockkurs angeboten wird, in zeitlicher Nähe zum Blockkurs. Ansonsten in der veranstaltungsfreien Zeit, in der Regel 2 Wochen nach Ende der Vorlesungszeit.

Klausur oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat oder Portfolio

Die Prüfungsform wird vor Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf511 - Smart Grid Management

Modulbezeichnung	Smart Grid Management
Modulkürzel	inf511
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lehnhoff, Sebastian (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	

Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander verstehen. Sie sollen ein Verständnis für die notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme entwickeln und An- und Herausforderungen -- insbesondere an die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und für die Informatik -- abschätzen und bewerten können, die sich durch den Ausbau und die Integration unvorhersehbar fluktuierender dezentraler Erzeuger in das bestehende System ergeben. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, den Einfluss von verteilten Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme einzuschätzen und hinsichtlich der Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität zu analysieren.

Kompetenzziele

Fachkompetenzen

Die Studierenden

- benennen und erkennen die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander
- benennen notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme
- bewerten An- und Herausforderungen die sich durch den Ausbau und die Integration unvorhersehbar fluktuierender dezentraler Erzeuger in das bestehende System ergeben
- schätzen den Einfluss von verteilten Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme ein

Methodenkompetenzen

Die Studierenden

- analysieren Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme
- verwenden weiterführende mathematische Methoden der Netzberechnung

Sozialkompetenzen

Die Studierenden

- erarbeiten in Kleingruppen Lösungen zu gegebenen Problemen
- diskutiert die eigenen Lösungen mit anderen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden

- reflektieren den eigenen Umgang mit der begrenzten Ressource Energie

Modulinhalte

In dieser Veranstaltung sollen informationstechnische, energiewirtschaftliche sowie technische Grundbegriffe und Verfahren anhand konkreter Smart Grid-Ansätze herausgearbeitet und analysiert werden. Die grundlegenden Berechnungsverfahren für ein intelligentes Netzmanagement werden vorgestellt. Dieses Modul behandelt die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für einen zulässigen elektrischen Netzbetrieb sowie die mathematischen Modellierungsmethoden und Berechnungsverfahren zur Analyse von Betriebszuständen in elektrischen Energienetzen (im stationären Zustand). Im Einzelnen sind dies:

- Organisation des europäischen Energiemarktes (Regulatorischer Rahmen, Verantwortlichkeiten im liberalisierten elektrischen Energiesystem)
- Aufbau und Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze (Netztopologien, Versorgungsaufgabe, Netznutzungsentgelte, Versorgungsqualität/Systemdienstleistungen, Störfälle und Schutzsysteme)
- Netzberechnung (Komplexe Zeigerdarstellung, Wirk-/Blindleistung, mathematische Leistungsmodelle/Netzmodelle, Abbildungen: Knotenleistungen zur Knotenspannungen / -strömen, Berechnung von Leitungsströmen, Leistungsflussrechnung, Fixpunktiterationsverfahren, Newton-Raphson-Methode, Spannungsabfall, Trafomodell)
- Intelligentes Netzmanagement (Smart Grids), Aggregationsformen, Ansätze des maschinellen Lernens)

Literaturempfehlungen

- Konstantin, P.; Praxisbuch Energiewirtschaft, Springer 2006
- Schwab, A.; Elektroenergiesysteme, Springer 2009
- Kirtley, J.L.; Electric Power Principles, John Wiley & Sons, 2010
- Gremmel, H.; ABB Schaltanlagen-handbuch, Cornelsen 2007
- Lehnhoff, S.: Dezentrales vernetztes Energiemanagement, 2010
- Sutton, R.S.; Barto, A.G.: Reinforcement Learning, MIT Press 1998

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Lehr-/Lernform	V+Ü

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Ende des Semesters, Wiederholung O-Woche des kommenden Semesters

Mündliche Prüfung oder Klausur.

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		3	SoSe	42
Übung		1	SoSe	14
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf510 - Energieinformationssysteme

Modulbezeichnung	Energieinformationssysteme
Modulkürzel	inf510
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Applied Economics and Data Science (Master) > Specialization• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lehnhoff, Sebastian (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Keine Teilnahmevoraussetzungen

Kompetenzziele

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über verschiedene Ansätze zur Integration dezentraler Anlagen, den regulatorischen Rahmen, die dazu relevanten Normen und Architekturkonzepte und können dieses Wissen in konkreten Anwendungsfällen zielgerichtet anwenden.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- entwerfen und bewerten IT-Architekturen für das Energiemanagement
- modellieren die Objekte der Domäne geeignet
- modellieren Energieinformationssysteme
- erkennen und differenzieren weitergehende Fragestellungen im Rahmen des dezentralen Energiemanagements

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- benennen Probleme aus dem Bereich der Energiemanagement und analysieren diese methodisch und schlagen Lösungen vor
- wenden verschiedene Ansätze zur Simulation dezentraler Erzeuger und Verbraucher an

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- diskutieren gemeinsam Lösungen aus dem Bereich des Energiemanagements
- erstellen Use-Cases in Kleingruppen
- präsentieren ihre Lösungen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihr Handeln durch geeignete Strukturierung und Zerlegung von Systemen
- reflektieren den eigenen Umgang mit der begrenzten Ressource Energie

Modulinhalte

Dieses Modul vermittelt die Informatik-Grundlagen für das Energiemanagement. Es vermittelt die Anforderungen an Energieversorgungsinformationssysteme mit dem Schwerpunkt auf technische Komponenten und die Anforderungen dezentraler und erneuerbarer Energieanlagen.

Diese sind:

- Architekturen für Energieinformationssysteme, z.B. SOA, Seamless Integration Architecture (IEC TC 57), OPC-UA
- Normen und Standards energiewirtschaftlicher Datenmodelle (CIM, 61850)

- Systematisierung energiewirtschaftlicher Anforderungen an Informationssysteme auf der Basis von Ontologien
- Entwicklung, Analyse und Anpassung energiewirtschaftlicher Referenzmodelle und -prozesse
- Methoden und Technologien zur Unterstützung energiewirtschaftlicher Prozesse
- Methoden und Algorithmen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen der dezentralen Energieanlagensteuerung
- Smart Grid-Anlagenkommunikation, insbesondere zum Lastmanagement
- Methoden zur Modellierung und Simulation der Dynamik von Energieversorgungssystemen

Literaturempfehlungen

- Crastan V.: "Elektrische Energieversorgung II", Springer 2004
- Heuck K., Dettman K. D., Schulz D.: "Elektrische Energieversorgung I", 7. Aufl., Vieweg 2007
- Konstantin, P.: "Praxisbuch Energiewirtschaft", Springer 2006 - Schwab, A.: "Elektroenergiesysteme, Springer 2009

Links

Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Lehr-/Lernform	V+S

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul	Am Ende der Vorlesungszeit	Referat oder Hausarbeit
--------------------	----------------------------	-------------------------

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Seminar		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf535 - Computational Intelligence I

Modulbezeichnung	Computational Intelligence I
Modulkürzel	inf535
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Applied Economics and Data Science (Master) > Data Science• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Embedded Brain Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Human-Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Systems Engineering• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kramer, Oliver (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	

Grundlagen der Statistik

Kompetenzziele

Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sollen Studierende die Fähigkeit erworben haben, die vorgestellten Methoden sicher in Theorie und Praxis zu beherrschen. Dabei sollen entsprechende Problemstellungen der Optimierung und Datenanalyse von den Studierenden selbst erkannt, modelliert und die Methoden zielsicher eingesetzt werden.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- erkennen Optimierungsprobleme
- implementieren einfache Algorithmen der heuristischen Optimierung - diskutieren kritisch Lösungsansätze und Methodenauswahl
- vertiefen bekannte Kenntnisse aus Analysis und linearer Algebra

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- vertiefen Programmierkenntnisse
- wenden Modellierungsfähigkeiten an
- lernen den Zusammenhang zwischen Problemklasse und Methodenauswahl

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- implementieren gemeinsam in der Vorlesung vorgestellte Algorithmen
- evaluieren eigene Lösungen und vergleichen diese mit denen Ihrer Kommilitonen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- schätzen ihre Fach und Methodenkompetenz im Vergleich zu Kommilitonen ein.
- erkennen die eigenen Grenzen passen ihr eigenes Vorgehen unter Bezugnahme der Methodenkompetenzen an nötige Anforderungen an

Modulinhalte

Das Gebiet der Computational Intelligence umfasst intelligente und lernfähige Verfahren zur Optimierung und Datenanalyse. Schwerpunkt der Lehrveranstaltung "Computational Intelligence I" sind Methoden der evolutionären Optimierung und heuristischen Algorithmen. In den Übungen werden praktische Aspekte der Implementierung und Anwendung der Verfahren anhand beispielhafter Aufgabenstellungen vorgestellt und vertieft.

Die Inhalte der Vorlesung umfassen im Einzelnen:

- Grundlagen der Optimierung
- genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien
- Parametersteuerung und Selbstadaptation
- Laufzeitanalyse
- Schwarmalgorithmen
- restringierte Optimierung
- Mehrzieloptimierung
- Meta-Modelle

Literaturempfehlungen

- EIBEN, A. E.; SMITH, J. E.: Introduction to Evolutionary Computing. Springer, 2003
- KENNEDY, J.; EBERHART, R.C.; YUHUI, S.: Swarm Intelligence. Morgan Kaufmann, 2001
- KRAMER, O.: Computational Intelligence. Springer, 2009
- RUTKOWSKI, L.: Computational Intelligence Methods and Techniques. Springer, 2008
- ROJAS, R.: Theorie der neuronalen Netze: Eine systematische Einführung. Springer, 1993

Links

Unterrichtssprachen	Englisch, Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Lehr-/Lernform	V+Ü	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Am Ende der Vorlesungszeit	Mündliche Prüfung oder Klausur

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf536 - Computational Intelligence II

Modulbezeichnung	Computational Intelligence II
Modulkürzel	inf536
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Applied Economics and Data Science (Master) > Data Science• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Embedded Brain Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Human-Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Systems Engineering• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kramer, Oliver (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	nützliche Vorkenntnisse: Lineare Algebra, Stochastik
Kompetenzziele	<p>In der Vorlesung „Convolutional Neural Networks“ lernen die Grundlagen von Convolutional Neural Networks, vom methodischen Verständnis bis zur Implementierung.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• erlernen die Fachkompetenz im Bereich Deep Learning, die wesentliche Qualifikationen als KI-Experte und Data Scientist darstellen <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• lernen die genannten Methoden sowie die Implementierung in Python, Numpy und Keras <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• werden dazu angehalten, in Gruppen die gelehrteten Inhalte zu diskutieren und gemeinsam die Programmieraufgaben in den Übungen zu implementieren <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• werden zur eigenständigen Recherche zu weiterführenden Methoden angeleitet, da sich der Lehrbereich dynamisch ändert
Modulinhalte	Die Studierenden lernen die Grundlagen des maschinellen Lernens und insbesondere die Themen vollvernetzte Schichten, Cross-Entropy, Backpropagation, SGD, Momentum, Adam, Batch Normalisierung, Regularisierung, Convolution, Pooling, ResNet, DenseNet und Convolutional SOMs
Literaturempfehlungen	<ul style="list-style-type: none">• Deep Learning von Aaron C. Courville, Ian Goodfellow und Yoshua Bengio

Links

Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jedes Sommersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Lehr-/Lernform	V+Ü	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

Gesamtmodul

Vorlesungsfreie Zeit im Anschluss des Semesters Klausur, e-Klausur

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Übung		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar779 - Computerorientierte Physik

Modulbezeichnung	Computerorientierte Physik
Modulkürzel	mar779
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Hartmann, Alexander (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

Kenntnisse grundlegender numerische Methoden der theoretischen Physik sowie Algorithmen und Datenstrukturen im wissenschaftlichen Rechnen, Debugging. Fertigkeiten im Bereich des sichereren Umgangs mit modernen Methoden der computerorientierten Physik, quantitative Analyse von fortgeschrittenen Problemen der theoretischen Physik und Weiterentwicklung der physikalischen Intuition. Verständnis übergreifender Konzepte und Methoden der theoretischen Physik und der Naturwissenschaften allgemein.

Modulinhalte

Mehr als 20 Prozent aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen basieren heutzutage auf Computersimulationen. Diese Vorlesung bietet eine Einführung in das Gebiet und behandelt die gängigsten Verfahren. Ein zentraler Bestandteil sind praktische Übungen am Computer, denn am wichtigsten sind in diesem Bereich praktische Fähigkeiten. Wichtige Kapitel (jedes Semester eine Auswahl davon): Datenstrukturen, Algorithmen, Perkolation, Monte-Carlo Simulationen, Finite-Size Scaling, neuronale Netze, Molekulardynamik Simulationen, Ereignisgetriebene Simulationen, Quanten Monte Carlo, Graphen +Algorithmen, genetische Algorithmen, Optimierungsprobleme

Literaturempfehlungen

T.H. Cormen, S. Clifford, C.E. Leiserson, und R.L. Rivest, Introduction to Algorithms, (MIT Press 2001)

A.K. Hartmann, Practical guide to computer simulation, (World-Scientific 2009)

J.M. Thijssen, Computational Physics, (Cambridge University Press, 2007)

M. Newman, G. T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics, (Oxford University Press, 1999)

Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	VL, Ü
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten	<p>1 benotete Prüfungsleistung</p> <p>Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio</p> <p>Aktive Teilnahme</p>

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Aktive Teilnahme umfasst z.B. die regelmäßige Abgabe von Übungen, Anfertigung von Lösungen zu Übungsaufgaben, die Protokollierung der jeweils durchgeführten Versuche bzw. der praktischen Arbeiten, die Diskussion von Seminarbeiträgen oder Darstellungen von Aufgaben bzw. Inhalten in der Lehrveranstaltung in Form von Kurzberichten oder Kurzreferat. Die Festlegung hierzu erfolgt durch den Lehrenden zu Beginn des Semesters bzw. zu Beginn der Veranstaltung.

Lehrveranstaltungsform

Vorlesung und Übung

SWS

4

Angebotsrhythmus

SoSe oder WiSe

Workload Präsenzzeit

56 h

inf810 - Spezielle Themen der Informatik I

Modulbezeichnung	Spezielle Themen der Informatik I
Modulkürzel	inf810
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Informatik (Master) > Informatik, allgemein• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Peter, Andreas (Modulverantwortung)• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Die für den Besuch dieses Moduls nützlichen Vorkenntnisse werden in den zugeordneten Veranstaltungen beschrieben.

Kompetenzziele

Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.

Fachkompetenz

Die Studierenden

- kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik
- transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebieten
- bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und
- setzen diese sachangemessen ein

Methodenkompetenz

Die Studierenden

- begutachten Probleme, formulieren diese mit Hilfe formaler Modelle und untersuchen diese adäquat
- finden (einen oder mehrerer) Lösungszugänge informatischer Probleme und stellen sie dar
- wählen aufgabenangemessene Werkzeuge und Methoden aus und evaluieren diese
- untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur

Sozialkompetenz

Die Studierenden

- kooperieren im Team

Selbstkompetenz

Die Studierenden

- planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik

Modulinhalte

Je nach zugeordneten Lehrveranstaltungen

Literaturempfehlungen

Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Falls dem Modul mehr als eine Veranstaltung zugeordnet ist, wählen Sie in der Regel Veranstaltungen im Gesamtumfang von 4 SWS aus, bspw. eine Vorlesung mit zugehöriger Übung. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung (Details) der zugeordneten Veranstaltungen.

Lehr-/Lernform	VA aus V, Ü, S, P		
Prüfung	Prüfungszeiten		Prüfungsform

Gesamtmodul

Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur

Die jeweils gewählte Prüfungsformen werden in den zugeordneten Veranstaltungen bekannt gegeben.

Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe
Workload Präsenzzeit	56 h

inf811 - Spezielle Themen der Informatik II

Modulbezeichnung	Spezielle Themen der Informatik II
Modulkürzel	inf811
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Informatik (Master) > Informatik, allgemein• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Peter, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Die für den Besuch dieses Moduls nützlichen Vorkenntnisse werden in den zugeordneten Veranstaltungen beschrieben.

Kompetenzziele

Die Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik, insbesondere in die gewählte Vertiefungsrichtung, zu integrieren.

Fachkompetenz

Die Studierenden

- kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik
- transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebieten
- bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und
- setzen diese sachangemessen ein

Methodenkompetenz

Die Studierenden

- begutachten Probleme, formulieren diese mit Hilfe formaler Modelle und untersuchen diese adäquat
- finden (einen oder mehrerer) Lösungszugänge informatischer Probleme und stellen sie dar
- wählen aufgabenangemessene Werkzeuge und Methoden aus und evaluieren diese
- untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur

Sozialkompetenz

Die Studierenden

- kooperieren im Team

Selbstkompetenz

Die Studierenden

- planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik

Modulinhalte

Je nach zugeordneten Lehrveranstaltungen

Literaturempfehlungen

Je nach zugeordneten Lehrveranstaltungen

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Falls dem Modul mehr als eine Veranstaltung zugeordnet ist, wählen Sie in der Regel Veranstaltungen im Gesamtvolumen von 4 SWS aus, bspw. eine Vorlesung mit zugehöriger Übung. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung (Details) der zugeordneten Veranstaltungen.

Lehr-/Lernform	2 VA aus V, Ü, S, P		
-----------------------	---------------------	--	--

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur

Die jeweils gewählte Prüfungsform wird in den zugeordneten Veranstaltungen bekannt gegeben.

Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl
-------------------------------	------------

SWS	4
------------	---

Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe
-------------------------	----------------

Workload Präsenzzeit	28 h
-----------------------------	------

inf812 - Aktuelle Themen der Informatik I

Modulbezeichnung	Aktuelle Themen der Informatik I
Modulkürzel	inf812
Kreditpunkte	3.0 KP
Workload	90 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Informatik (Master) > Informatik, allgemein• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Fränzle, Martin Georg (Modulverantwortung)• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Peter, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	

Die für den Besuch dieses Moduls nützlichen Vorkenntnisse werden in den zugeordneten Veranstaltungen beschrieben.

Kompetenzziele

Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.

Fachkompetenz

Die Studierenden

- kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik
- transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebieten
- bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und
- setzen diese sachangemessen ein

Methodenkompetenz

Die Studierenden

- begutachten Probleme, formulieren diese mit Hilfe formaler Modelle und untersuchen diese adäquat
- finden (einen oder mehrerer) Lösungszugänge informatischer Probleme und stellen sie dar
- wählen aufgabenangemessene Werkzeuge und Methoden aus und evaluieren diese
- untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur

Sozialkompetenz

Die Studierenden

- kooperieren im Team

Selbstkompetenz

Die Studierenden

- planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik

Modulinhalte

Je nach zugeordneten Lehrveranstaltungen

Literaturempfehlungen

Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	unregelmäßig
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Falls dem Modul mehr als eine Veranstaltung zugeordnet ist, wählen Sie in der Regel ein Seminar im Gesamtumfang von 2 SWS aus.
Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung (Details) der zugeordneten Veranstaltungen.

Lehr-/Lernform	1 VA aus V, Ü, S, P
-----------------------	---------------------

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

Gesamtmodul

Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur

Die jeweils gewählte Prüfungsform wird in den zugeordneten Veranstaltungen bekannt gegeben.

Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl
-------------------------------	------------

SWS	2
------------	---

Angebotsrhythmus	--
-------------------------	----

Workload Präsenzzeit	28 h
-----------------------------	------

inf813 - Aktuelle Themen der Informatik II

Modulbezeichnung	Aktuelle Themen der Informatik II
Modulkürzel	inf813
Kreditpunkte	3.0 KP
Workload	90 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Informatik (Master) > Informatik, allgemein• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Marx Gómez, Jorge (Modulverantwortung)• Fränzle, Martin Georg (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Keine Teilnehmervoraussetzungen

Kompetenzziele

Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik, insbesondere in die gewählte Vertiefungsrichtung, zu integrieren.

Fachkompetenz

Die Studierenden

- kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik
- transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebieten
- bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und
- setzen diese sachangemessen ein

Methodenkompetenz

Die Studierenden

- begutachten Probleme, formulieren diese mit Hilfe formaler Modelle und untersuchen diese adäquat
- finden (einen oder mehrerer) Lösungszugänge informatischer Probleme und stellen sie dar
- wählen aufgabenangemessene Werkzeuge und Methoden aus und evaluieren diese
- untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur

Sozialkompetenz

Die Studierenden

- kooperieren im Team

Selbstkompetenz

Die Studierenden

- planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik

Modulinhalte

Je nach zugeordneten Lehrveranstaltungen

Literaturempfehlungen

Werden in in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben

Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jedes Semester
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Hinweise

Falls dem Modul mehr als eine Veranstaltung zugeordnet ist, wählen Sie in der Regel ein Seminar im Gesamtumfang von 2 SWS aus.
 Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung (Details) der zugeordneten Veranstaltungen.

Lehr-/Lernform	1 VA aus V, Ü, S, P		
Prüfung	Prüfungszeiten		Prüfungsform
Gesamtmodul			PF

Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl
SWS	2
Angebotsrhythmus	--
Workload Präsenzzeit	28 h

inf006 - Softwaretechnik II

Modulbezeichnung	Softwaretechnik II
Modulkürzel	inf006
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Fach-Bachelor Informatik (Bachelor) > Akzentsetzungsbereich - Wahlbereich Informatik• Fach-Bachelor Wirtschaftsinformatik (Bachelor) > Akzentsetzungsbereich Praktische Informatik und Angewandte Informatik• Master Informatik (Master) > Praktische Informatik• Master of Education (Gymnasium) Informatik (Master of Education) > Wahlpflichtmodule (Praktische Informatik)• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Winter, Andreas (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	

Erwartete/Nützliche Vorkenntnisse

aus inf005 - Softwaretechnik I

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- erkennen die Phasen im Software-Lebenszyklus (Anforderungsermittlung, Entwurf, Implementierung, Qualitätssicherung)
- benennen die in den Phasen anfallenden Aufgaben
- erkennen und bewerten die Anordnung dieser Phasen in klassischen und agilen Vorgehensweisen
- beurteilen und wählen geeignete Vorgehensweisen zur Umsetzung von Projekten aus
- erkennen die Sprachmöglichkeiten der Modellierung mit UML
- entwickeln und bewerten Modelle in unterschiedlichen UML-Notationen und deren Kombinationen
- lösen gegebene Probleme mit Hilfe der UML-Notationen

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- strukturieren, bewerten, unterscheiden und nutzen Vorgehensweisen der klassischen und agilen Projektdurchführung
- strukturieren, dokumentieren, bewerten Probleme und Lösungen mit den Werkzeugen der objekt-orientierten Modellierung
- wenden Methoden und Techniken der objekt-orientierten Modellierung mit UML gezielt an

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- erstellen, präsentieren und diskutieren Problemlösungen mit Hilfe von Modellierungstechniken
- beschreiben und lösen gegebenen Probleme der Modellierung in Gruppen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihr Handeln bei der Problembeschreibung und der Entwicklung von Lösungsansätzen

Kompetenzziele

Ziel des Moduls Softwaretechnik II ist die Vertiefung der in dem Modul Softwaretechnik behandelten Themen. Mit Methoden des Blended Learning vertiefen die Studierenden Inhalte der Software-Architektur. Im Vorlesungsteil

werden Grundlagen der Softwarearchitektur und ausgewählte Aspekte präsentiert. Gemeinsam erarbeiten sich die Studierenden forschungsorientiert einen aktuellen Literatur-Überblick und zum aktuellen Forschungsstand und zur aktuellen praktischen Anwendung der Methoden und Techniken der Software-Architektur. In individuellen Vorträgen detaillieren die Studierenden einzelne ausgewählte Themen und dokumentieren diese in einem gemeinsamen Skript. Ergänzt werden (eingeladene) Vorträge zu aktuellen Architekturthemen.

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- vertiefen Methoden und Techniken der Softwaretechnik
- wenden Methoden und Techniken der Softwaretechnik gezielt zur Beschreibung, Analyse und Bewertung von Software-Architekturen an
- differenzieren Techniken zur Entwicklung von Software-Architekturen
- setzen funktionale und nicht-funktionale Anforderungen in Softwarearchitekturen um und bewerten und reflektieren selbständig diese Lösungen

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- erarbeiten sich selbstständig eine aktuelle Forschungslandkarte der Software-Architektur
- erarbeiten sich aktuelle Methoden und Techniken der Software-Architektur
- erheben und diskutieren Querbezüge zwischen den Themen der Vorlesung und den Beiträgen der Kommilitonen
- präsentieren aktuelle Lösungsansätze zur Entwicklung, Analyse und Weiterentwicklung der Software-Architektur
- verfassen selbständig wissenschaftliche Vorträge und Texte

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

- erklären und diskutieren softwaretechnische Lösungsansätze in ihrer praktischen Verwendung
- nehmen Kritik an und verstehen diese als Hilfestellung

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- reflektieren ihr Handeln beim Identifizieren von Lösungsansätzen und beziehen dabei die Möglichkeiten der Softwaretechnik ein
- verinnerlichen die vorgestellten Entwicklungsmethoden und fügen sie ihrem Handeln hinzu

Modulinhalte

- Architekturbegriff, Software-Architekt, Notwendigkeit von Software-Architekturen
- Architekturbeschreibung, Views und Viewpoints, Architektur-Muster, Referenz-Viewpoints
- Vorgehen zur Architekturentwicklung (Siemens, 4+1),
- formale und informelle Software-Spezifikation
- Modell-getriebene Architektur
- Domänen-spezifische Sprachen
- Software-Architektur-Migration

Individuell von Studierenden erarbeitete und vorgestellte Themen umfassen (je nach persönlichen Interessen der Teilnehmenden) u.a.

- Qualität von Software-Architekturen
- konkrete Architektur-Muster, Stile, Viewpoints
- Software-Deployment
- Verteilte Architekturen, Service-orientierte Architekturen, Komponenten-Orientierte Architekturen, Software Defined Vehicles, Event-driven Architecture, Architektur von IoT-Systemen/CPS
- Agile Software-Architektur
- Evolution von Software-Architekturen
- Evaluation und Simulation von Software-Architekturen

Literaturempfehlungen

- Folienskript zur Vorlesung
- Ian Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley Longman, Amsterdam, 10. Auflage (Global Edition). 2015.
- Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2009.
- Christine Hoffmeister, Robert Nord, Dilip Soni: Applied Software Architecture, Addison Wesley (1. November 1999)
- Len Bass, Paul Clements, Rick Kazman: Software Architecture in Practice (SEI Series in Software Engineering), Addison Wesley; 4. Edition (3. August 2021)
- Paul Clements, Felix Bachmann, Len Bass, David Garlan, James Ivers, Reed Little, Paulo Merson, Robert Nord, Judith Stafford: Documenting Software Architectures: Views and Beyond (SEI Series in Software Engineering), Addison-Wesley Educational Publishers Inc; 2. Edition (5. Oktober 2010)
- sowie aktuelle Beiträge aus u.a. IEEE Software, IEEE Transactions on Software-Engineering, Informatik-Spektrum und Konferenzen (z.B. ICSE, ICSME, SANER, ICPC, SLE, MODELS u.a.)

Links				
Unterrichtssprache	Deutsch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	jedes Sommersemester			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Lehr-/Lernform	V+S			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul	Begleitend zum Veranstaltungsbetrieb	Portfolio		
		- aktive Teilnahme (u.a. durch Vorstellung und Diskussion diverser Zwischenergebnisse, Selbstbericht)		
		- Vortrag 30-45 min		
		- Ausarbeitung 4-6 Seiten IEEE		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

inf5408 - Angewandtes Deep Learning in PyTorch

Modulbezeichnung	Angewandtes Deep Learning in PyTorch
Modulkürzel	inf5408
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Embedded Brain Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Human-Computer Interaction• Master Engineering of Socio-Technical Systems (Master) > Systems Engineering• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Strodthoff, Nils (Modulverantwortung)• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt)

Teilnahmevoraussetzungen

Ein grundlegendes theoretisches Verständnis des maschinellen Lernens und praktische Programmierkenntnisse in Python

Kompetenzziele

Fachkompetenzen

Die Studierenden:

- haben einen Überblick über die Komponenten von Deep Learning Frameworks
- kennen Anwendungsbereiche von Deep Learning Methoden in verschiedenen Datenmodalitäten und gängige Lösungsstrategien und Modellarchitekturen
- können Deep Learning Methoden auf neue Problemstellungen in den jeweiligen Bereichen geeignet adaptieren und selbstständig anwenden

Methodenkompetenzen

Die Studierenden:

- erarbeiten sich selbstständig unter Zuhilfenahme von Präsenzveranstaltungen, bereitgestellten Materialien und Fachliteraturtheoretische und praktische Konzepte

Sozialkompetenzen

Die Studierenden:

können Lösungsansätze für Probleme in diesem Bereich im Plenum präsentieren und in Diskussionen verteidigen

Selbstkompetenzen

Die Studierenden:

- können ihre eigene Fach- und Methodenkompetenz einschätzen
- übernehmen die Verantwortung für ihre Kompetenzentwicklung und ihre Lernfortschritte und reflektieren diese selbstständig
- erarbeiten selbstständig die Lerninhalte und können die Inhalte kritisch reflektieren

Modulinhalte

Diese Vorlesung bietet eine allgemeine Einführung in aktuelle Deep Learning Methoden mit besonderem Fokus auf praktischer Anwendbarkeit. Zur gleichen Zeit stellt die Vorlesung eine Einführung in das beliebte Deep Learning Framework PyTorch dar und setzt dabei nur Grundkenntnissen in Python voraus. Die Veranstaltung deckt ein großes Spektrum gängiger Aufgabenstellungen des maschinellen Lernens über verschiedene Datenmodalitäten hinweg ab: von Tabellendaten über Computer Vision (Bildklassifikation & Segmentierung) bis hin zu Zeitreihen und der Verarbeitung von Textdaten (Natural Language Processing).

Dabei werden die wichtigsten aktuellen Modellarchitekturen in diesen Bereichen diskutiert, angefangen von Convolutional Neural Networks über Recurrent Neural Networks bis hin zu Transformer- Modellen. Die Vorlesung wird von Übungsgruppen begleitet in denen die Studenten praktische Erfahrungen in PyTorch und zugleich die nötigen Kenntnisse erwerben sollen, um aktuelle Deep Learning Verfahren in ihren jeweiligen Anwendungsgebieten zum Einsatz zu bringen.

Literaturempfehlungen

- Raschka, S., Liu, Y. H., & Mirjalili, V. (2022). *Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn: Develop machine learning and deep learning models with Python*. Packt Publishing Ltd.
- Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. (2023). *Dive into deep learning*. Cambridge University Press.
- Prince, S. J. (2023). *Understanding deep learning*. MIT press.

Links

Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jedes Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Lehr-/Lernform	V+Ü	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	am Ende der Vorlesungszeit	Klausur und mündl. Prüfung

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	WiSe	28
Übung		2	WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

mar780 - Praxis-Seminar Modellierungsstudie (PSMS)

Modulbezeichnung	Praxis-Seminar Modellierungsstudie (PSMS)	
Modulkürzel	mar780	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Feudel, Ulrike (Modulverantwortung) • Umweltmodellierung, Lehrende (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen	mindestens 6 KP im Schwerpunktfach bzw. Ergänzungsbereich müssen nachgewiesen sein	
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden können ein disziplinübergreifendes Forschungsprojekt unter Anleitung selbstständig bearbeiten. Sie können aktuelle wissenschaftliche Literatur verstehen und in ihrer Arbeit berücksichtigen. Sie können ein wissenschaftliches Projekt vorbereiten, durchführen, in einer schriftlichen Ausarbeitung darstellen, öffentlich präsentieren und verteidigen.</p>	
Modulinhalte	<p>Das Forschungsprojekt sollte auf einem Gebiet des Schwerpunktfachs liegen. Die Inhalte sind variabel und betreffen aktuelle Forschungsfragen, die interdisziplinär von den am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppen bearbeitet werden. Die Studierenden nehmen am Arbeitsgruppen-Seminar teil und präsentieren dort die Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus ihrem Projekt.</p>	
Literaturempfehlungen	Wird je nach Themenstellung individuell festgelegt, im Allgemeinen sind dies aktuelle Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Ü/SE (6 KP) interdisziplinäres Forschungsprojekt, in der Regel von einer oder einem Studierenden durchgeführt, möglichst von zwei Dozenten aus verschiedenen fachlichen Bereichen betreut, sollte im Schwerpunktfach absolviert werden	
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse von Modellierungstechniken	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	1 benotete Prüfungsleistung: Hausarbeit oder fachpraktische Übung oder Praktikumsbericht oder Portfolio	
Lehrveranstaltungsform	Seminar und Übung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

mar800 - Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt

Modulbezeichnung	Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt	
Modulkürzel	mar800	
Kreditpunkte	12.0 KP	
Workload	360 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Feudel, Ulrike (Modulverantwortung) • Umweltmodellierung, Lehrende (Modulberatung) 	
Teilnahmevoraussetzungen	mindestens 12 KP im Schwerpunktfach bzw. Ergänzungsbereich müssen nachgewiesen sein	
Kompetenzziele	<p>Die Studierenden können ein disziplinübergreifendes Forschungsprojekt unter Anleitung selbstständig bearbeiten. Sie können aktuelle wissenschaftliche Literatur verstehen und in ihrer Arbeit berücksichtigen. Sie können ein wissenschaftliches Projekt vorbereiten, durchführen, in einer schriftlichen Ausarbeitung darstellen, öffentlich präsentieren und verteidigen.</p>	
Modulinhalte	<p>Interdisziplinäres Forschungsprojekt, das in der Regel von zwei Dozentinnen oder Dozenten aus verschiedenen Arbeitsgruppen betreut wird.</p> <p>Die Inhalte des Forschungsprojekts sollen aktuelle Forschungsfragen, die interdisziplinär von den am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppen bearbeitet werden, betreffen.</p> <p>Nach Maßgabe der Dozenten nehmen die Studierenden an den Abteilungs- bzw. Arbeitsgruppenseminaren teil und präsentieren dort Ziele und Ergebnisse des Projekts.</p> <p>Das Forschungsprojekt kann alternativ auch in einem externen Institut, einer Behörde oder einem Unternehmen absolviert werden oder im Rahmen eines Auslandssemesters anerkannt werden. In allen Fällen muss es sich um eine Tätigkeit handeln, die inhaltlich in engem Zusammenhang mit den Zielen des Studiengangs stehen, handeln. Dies muss von der betreuenden Stelle vor Beginn des Praktikums schriftlich bestätigt werden.</p> <p>In allen Fällen muss mindestens eine Betreuerin oder ein Betreuer im Studiengang prüfungsberechtigt sein.</p>	
Literaturempfehlungen	Wird je nach Themenstellung individuell festgelegt, im Allgemeinen sind dies aktuelle Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Hinweise		
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	Ü (10 KP), SE (2 KP), interdisziplinäres Forschungsprojekt, in der Regel von einer oder einem Studierenden durchgeführt, möglichst von zwei Dozenten aus verschiedenen fachlichen Bereichen am Praktikumsplatz und in regelmäßigen Gesprächen betreut	
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Modellierungstechniken	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		

1 benotete Prüfungsleistung:

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
		Referat oder Hausarbeit oder fachpraktische Übung oder Seminararbeit oder Praktikumsbericht oder Portfolio, zu allen Prüfungsformen gehört eine öffentliche Präsentation mit Diskussion

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Seminar		1		14
Übung		5	--	70
Präsenzzeit Modul insgesamt				84 h

Abschlussmodul

mam - Masterarbeitsmodul

Modulbezeichnung	Masterarbeitsmodul		
Modulkürzel	mam		
Kreditpunkte	30.0 KP		
Workload	900 h (Kontaktzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 844 Stunden)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Umweltmodellierung (Master) > Abschlussmodul		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Feudel, Ulrike (Modulverantwortung)• Umweltmodellierung, Lehrende (Modulberatung)		
Teilnahmevoraussetzungen	Regelungen gem. Prüfungsordnung		
Kompetenzziele	Die Studierenden können ein umfangreiches Forschungsprojekt unter Anleitung selbstständig bearbeiten. Sie können aktuelle wissenschaftliche Literatur verstehen und in ihrer Arbeit berücksichtigen. Sie können ein wissenschaftliches Projekt vorbereiten, durchführen, in einer schriftlichen Ausarbeitung darstellen, öffentlich präsentieren und verteidigen.		
Modulinhalte	Die Inhalte sind variabel und betreffen aktuelle Forschungsfragen, die auf hohem wissenschaftlichen Niveau bearbeitet werden.		
Literaturempfehlungen	Wechselnd in Abhängigkeit der spezifischen Themenstellung. Neben der Literatur sind in der Regel auch weitere Informationsquellen zu erschließen und auszuwerten		
Links			
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	fortlaufend		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)		
Lehr-/Lernform	Master-Arbeit Seminar zur Master-Arbeit		
Vorkenntnisse	Kenntnisse in Modellierungstechniken		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Schriftliche Ausarbeitung, im Seminar öffentlicher Vortrag mit Diskussion möglichst auf Englisch über Zielsetzung und Ergebnisse der Arbeit Regelungen gem. Prüfungsordnung. Qualität der wissenschaftlichen Leistung und schriftlichen Ausarbeitung (90 %), Bewertung des Abschlusskolloquiums (10 %)		

Lehrveranstaltungsform

Seminar

Angebotsrhythmus
