



Lehrinheit Meereswissenschaften

Master-Studiengang Umweltmodellierung

Modulhandbuch

Prof. Dr. Ulrike Feudel

Stand Wintersemester 2022/2023

**Bindend ist die
Prüfungsordnung und die
studiengangsspezifische Anlage
Umweltmodellierung**

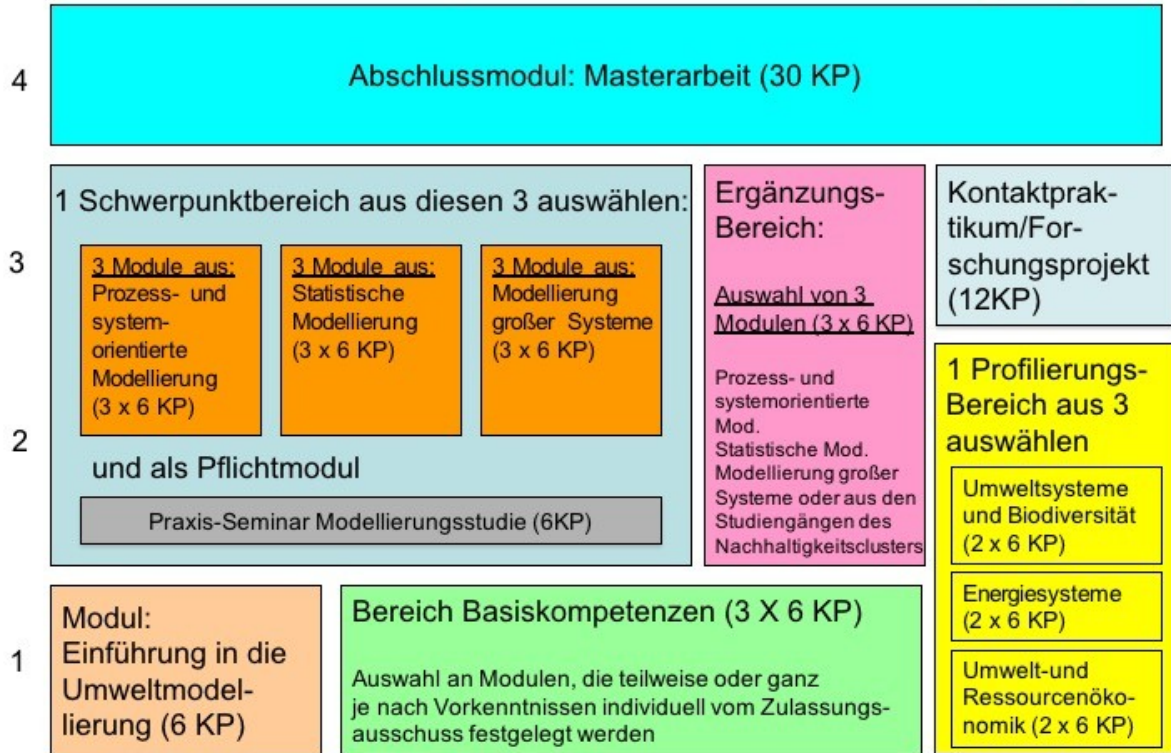
Inhaltsverzeichnis

Studiengangübersicht Master Umweltmodellierung.....	5
mar700 Einführung in die Umweltmodellierung.....	6
Basiskompetenzen.....	8
mar353 Grundlagen mathematischer Modellierung.....	8
inf980 Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler.....	10
mat988 Mathematik für Umweltwissenschaften I.....	12
mat989 Mathematik für Umweltwissenschaften II.....	14
mar997 Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften.....	16
mar715 Grundlagen Biologie/Ökologie.....	19
mar716 Geochemie.....	22
mar355 Physikalische Ozeanographie.....	25
mar718 Hydrodynamik.....	27
mar470 Programmierkurs Meereswissenschaften.....	29
mar671 Statistik Software R: Einführung.....	31
mar354 Advanced mathematical modelling.....	33
mar672 Bodenkunde, Hydrologie und Ökosystem.....	35
mar673 Hydrogeologie.....	37
inf005 Softwaretechnik I.....	39
Profilierungsbereich.....	42
Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität.....	42
mar363 Theorie ökologischer Gemeinschaften.....	42
mar722 Ökologie von Pflanzen und Tieren.....	44
mar357 Meeres- und Geochemie.....	47
mar356 Ozean-Klima-Umweltphysik.....	49
mar723 Biodiversität der Pflanzen.....	51
mar758 Biogeochemische Modellierung.....	53
mar432 Biogeochemie.....	55
mar431 Marine Klimatologie.....	59
mar438 Marine Umweltchemie.....	61
mar459 Macrobenthos communities.....	63
mar457 Ökologie benthischer Mikroorganismen.....	65
mar458 Gewässerökologie.....	67
mar461 Functional marine biodiversity.....	70
Profilierung Energiesysteme.....	72
phy616 Computational Fluid Dynamics.....	72
phy648 Wind Resources and its Application.....	74
pre022 Solar Energy.....	77
pre042 Water and Biomass Energy.....	80
phy641 Energy Resources & Systems.....	84

phy647 Future Power Supply Systems.....	87
pre025 Wind Energy and Storage.....	89
Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie.....	91
wir924 Ecological Economics.....	91
wir890 Climate Economics.....	93
wir889 Applied Environmental Economics.....	95
wir901 Environmental Economics.....	97
pre152 Resilient Energy Systems.....	99
Schwerpunktbereich.....	102
Schwerpunkt prozess- und systemorientierte Modellierung.....	102
mar375 Modelle in der Populationsdynamik.....	102
mar374 Nichtlineare Dynamik im Erdsystem.....	104
mar369 Kritische Zustände im System Erde: Kippunkte und Resilienz.....	106
mar367 Ozeanmodelle.....	108
mar368 Klimamodelle.....	110
mar753 Netzwerke und Komplexität.....	112
mar754 Modellierung komplexer Systeme.....	115
mar755 Fluiddynamik I.....	117
mar757 Fluiddynamik II.....	119
mar756 Hydrogeologische Modellierung.....	121
Schwerpunkt statistische und stochastische Modellierung.....	123
mar376 Statistische Ökologie.....	123
mar364 Zeitreihenanalyse.....	125
mar365 Stochastische Prozesse.....	127
wir808 Multivariate Statistik.....	129
mat843 Elemente Multivariater Statistik.....	131
mat837 Extremwertstatistik und Anwendungen.....	133
mat847 Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik.....	135
mat839 Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsraummodelle.....	137
mat849 Statistische Algorithmen.....	139
mar768 Statistische Analyse.....	141
Schwerpunkt Modellierung großer Systeme.....	144
inf501 Umweltinformationssysteme.....	144
inf651 Betriebliche Umweltinformationssysteme I.....	147
inf659 Betriebliche Umweltinformationssysteme II.....	150
inf511 Smart Grid Management.....	153
inf510 Energieinformationssysteme.....	156
inf535 Computational Intelligence I.....	159
inf536 Computational Intelligence II.....	162
mar779 Computerorientierte Physik.....	165

inf810 Spezielle Themen der Informatik I.....	167
inf811 Spezielle Themen der Informatik II.....	169
inf812 Aktuelle Themen Informatik I.....	171
inf813 Aktuelle Themen Informatik II.....	173
inf006 Softwaretechnik II.....	175
Praxis-Seminar Modellierungsstudie.....	178
mar780 Praxis-Seminar Modellierungsstudie.....	178
Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt.....	180
mar800 Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt.....	180
Abschlussmodul: Master-Arbeit.....	182
Abschlussmodul: Master-Arbeit.....	182

Strukturkonzept des Masterstudiengangs



Studiengang:	MSc Umweltmodellierung
Modulbezeichnung:	mar700 Einführung in die Umweltmodellierung
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	keine
Veranstaltungen	Wintersemester Ring-Vorlesung Einführung in die Umweltmodellierung (3 KP) Übung zur Einführung in die Umweltmodellierung (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Lehrende des Studiengangs Umweltmodellierung
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung; Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<i>Ring-Vorlesung Einführung in die Umweltmodellierung</i> In der Ring-Vorlesung präsentieren Lehrende der beteiligten Arbeitsgruppen ggf. unter Mitwirkung von Gastwissenschaftlern Lehrinhalte aus dem Arbeitsgebiet, in dem sie forschen. Die Studierenden wählen sich eine der Arbeitsgruppen aus, in der sie tieferen Einblick in die Forschungsthemen der gewählten Arbeitsgruppe bekommen. In einer Hausarbeit wird unter Leitung von Lehrenden dieser Arbeitsgruppe selbständig ein wissenschaftliches Thema bearbeitet.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Vorlesung mit Diskussionsanteilen; angeleitetes bzw. teilweise selbstständiges Arbeiten am Computer mit gängigen Software-Werkzeugen; eigenständiger Umgang mit Literatur und computergestützter Präsentationstechnik
Literatur	Wird in den Veranstaltungen eingeführt, aktuelle

	Publikationen in Fachzeitschriften
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	für den Übungsteil: Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Grundkenntnisse von Modellierungstechniken
Minimale/maximale Teilnehmerzahl	Entsprechend der Zulassungszahl
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Hausarbeit oder Praktikumsbericht oder Portfolio oder Seminararbeit</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Basiskompetenzen

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar353 Grundlagen mathematischer Modellierung
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester/ 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Grundlagen mathematischer Modellierung (2 SWS, 3 KP) Ü Grundlagen mathematischer Modellierung (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Dr. Cora Kohlmeier
Dozent/in/en/nen	Kohlmeier
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Grundlagen der Analysis, Grundlagen der Programmierung in MATLAB, empirische Modelle, Differenzen- und Differentialgleichungsmodelle, Räuber-Beute-Modelle, Epidemiemodelle, Methodik zur Erstellung mathematischer Modelle am Beispiel natürlicher Systeme, numerische und analytische Lösungsansätze, räumlich ausgedehnte Systeme, zelluläre Automaten.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden beherrschen die grundlegenden mathematischen Fähigkeiten, die sie befähigen, das interdisziplinäre Studium erfolgreich abzuschließen. Sie erlernen Modelle zu verschiedenen Fragestellungen aufzustellen und zu analysieren, die Ergebnisse darzustellen und kritisch zu hinterfragen. Sie erlernen die Vorgehensweise, Informationen aus den jeweiligen Fachdisziplinen aufzubereiten und zur Modellbildung einzusetzen.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Vorlesungsskript

Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	inf980 Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Applied Economics and Data Science
Veranstaltungen	Wintersemester VL CS4Science (4,5 KP) Ü CS4Science (1,5 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Dr. Ute Vogel-Sonnenschein
Dozent/in/en/nen	Vogel-Sonnenschein
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Rechnerarchitektur - Darstellung von Informationen - Formale Sprachen, Grammatiken und Automaten - Grundlegende Datenstrukturen - Problemlöseparadigmen, Algorithmen und Komplexität - Grundlegende Konzepte von (relationalen) Datenbanken optional
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Rembold, Levi: Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Hanser-Verlag (2002) Herold, Lurz, Wolrab: Grundlagen der Informatik, Pearson (2007) siehe Literaturliste im StudIP

Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Kenntnisse einer Programmiersprache sind nützlich, aber nicht zwingend notwendig. Sie können auch begleitend erworben werden.
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> mündliche Prüfung (max. 20 Min.) oder Klausur (max. 90 Min.)</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Zweite Woche nach Ende der Vorlesungszeit (Mitte bis Ende Februar) Wiederholungsprüfung zu Vorlesungsbeginn des Sommersemesters

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mat988 Mathematik für Umweltwissenschaften I
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Mathematische Methoden in den Biowissenschaften I (3 SWS, 4 KP) Ü Mathematische Methoden in den Biowissenschaften I (1 SWS, 2 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel, Schöpfer, Shestakov, Werner
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Analysis (WiSe) 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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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: - ihr Schulwissen wiederholen und festigen, - die Anwendung von Mathematik in Biologie und Umweltwissenschaften mit zahlreichen praktischen

	<p>Übungsaufgaben lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende des Semesters

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mat989 Mathematik für Umweltwissenschaften II
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommersemester VL Mathematische Methoden in den Biowissenschaften II (2 SWS, 3 KP) Ü Mathematische Methoden in den Biowissenschaften II (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel, Schöpfer, Shestakov, Werner
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Stochastik (SoSe) 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 (SoSe): Vektorraum, Unterraum, lineare Unabhängigkeit, Basis, Dimension. Lineare Abbildungen und Matrizen, Zusammenhang, Dimensionsformel, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus. Determinante, Eigenwerte und Eigenvektoren.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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:

	<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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	mat988
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende des Semesters

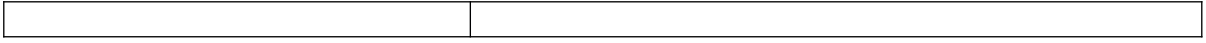
Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar997 Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommersemester VL Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften (3 KP) Ü Angewandte Statistik in Biologie und Umweltwissenschaften (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Freund, Hillebrand, Winklhofer, Zotz
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Beschreibung und Anwendung statistischer Verfahren im Kontext biologischer und umweltwissenschaftlicher Forschungsprojekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>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“.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	Anwendungs- und problemorientierte Vermittlung aus-

	<p>gewählter Teilgebiete der Angewandten Statistik und ihr Einsatz unter Verwendung der Statistik Software „R“ .</p> <p>Die Studierenden sollen dazu befähigt werden, die Anwendbarkeit und Aussagefähigkeit ausgewählter Verfahren der Angewandten Statistik im Kontext von Fallstudien kompetent zu beurteilen.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Crawley. M.J. (2015) Statistics: an introduction using R. 2. ed., Chichester: Wiley</p> <p>Heddrich. J., Sachs. L. (2016) Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R. 15., überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin; Heidelberg: Springer Spektrum.</p> <p>Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P. (2012) Biostatistik: eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler. 5., aktualisierte und erw. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer-Spektrum.</p> <p>Rudolf, M., Kuhlisch, W. (2008) Biostatistik: eine Einführung für Biowissenschaftler [studentengetestet!]. München; Boston; San Francisco; Harlow, England: Pearson Studium.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Eigener Laptop
Nützliche Vorkenntnisse	Umgang mit Softwaresystemen (u.a. Tabellenkalkulationsprogrammen wie Excel) sowie der Statistik Software „R“
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat oder Portfolio oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben)</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder alle

	anderen möglichen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten
--	---

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar715 Grundlagen Biologie/Ökologie
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester /1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften, Bachelor Umweltwissenschaften, Bachelor Biologie
Veranstaltungen	Wintersemester VL Biologische Meereskunde (3 KP) VL Allgemeine Ökologie (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Meinhard Simon
Dozent/in/en/nen	Simon, Giebel, Hillebrand
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56h , Selbststudium: 124h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>Biologische Meereskunde (VL)</u> Abiotische Umweltbedingungen der Meere: Lichtklima, Wärmehaushalt, chemisch-physikalische Eigenschaften des Meerwassers. Wellenentstehung, Gezeiten, Globale Verteilung von Wassermassen und Strömungen. Pelagische Lebensgemeinschaften, Plankton (Phytoplankton, Zooplankton, Bakterioplankton, Virioplankton, Mycoplankton), Microbial Loop, Sinkstofffluss, C- und N-Kreislauf, Nekton (Fische, Meeressäuger, Cephalopoden, Vögel), Fischerei, El Niño. Benthische Lebensgemeinschaften (Fels, Sand, Schlack, Salzmarschen, Mangroven), Ästuare. <u>Allgemeine Ökologie (VL)</u> Organismus und Umwelt, Populationsökologie, Bi-Systeme, Aufbau u. Struktur von Ökosystemen, biotische / abiotische Faktoren, Arten- u. Biotopschutz
Lernergebnisse/Kompetenzen	<u>Biologische Meereskunde (VL)</u> Die Teilnehmer besitzen grundlegende Kenntnisse der biologischen Meereskunde. Sie kennen die wichtigsten abiotischen Parameter sowie die pelagischen und benthischen Lebensgemeinschaften. Sie verstehen die Rolle der Mikroorganismen für die biogeochemischen Kreisläufe und an verschiedenen Standorten. Sie wissen wie man diese untersuchen kann. <u>Allgemeine Ökologie (VL)</u>

	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p><u>Biologische Meereskunde (VL)</u> S. Gerlach, Marine Systeme, Springer Verlag, Heidelberg 1994. T. Garrison, Oceanography – an invitation to marine science, Brooks/Cole, Wadsworth, New York 1999. C.M. Lalli, T.R. Parsons, Biological Oceanography: An Introduction, Elsevier, Oxford 1995. U. Sommer, Biologische Meereskunde, Springer Verlag, Heidelberg 2005.</p> <p><u>Allgemeine Ökologie (VL)</u> Wittig u. Streit: Ökologie, Townsend, Harper, Begon: Ökologie, Wilson, Bossert: Populationsökologie, Mühlenberg: Freilandökologie, Krebs: Ecological Methodology Larcher: Ökophysiologie der Pflanzen; Steubing & Schwantes: Ökologische Botanik; Ellenberg: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Kratochwil u. Schwabe: Ökologie der Lebensgemeinschaften; Schaefer: Wörterbuch der Ökologie;</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten



Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar716 Geochemie
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Einführung in die Organische Geochemie (3 KP, 2 SWS) VL Anorganische Geochemie (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Deutsch (englische Fachliteratur)
Modulverantwortliche/r	Dr. Jürgen Köster
Dozent/in/en/nen	Köster, Pahnke-May
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>Einführung in die Organische Geochemie (VL):</u> 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 (<i>n</i>-Alkane, Isoprenoide, Membranlipide, Steroide, Hopanoide, Alkenone), Interpretation geochemischer Parameter und Indices, Anwendungsbeispiele.</p> <p><u>Anorganische Geochemie (VL):</u> Entstehung und Häufigkeit der Elemente, Bildung und Alter der Erde, Genese magmatischer Gesteine, Plattentektonik, Gesteinsmetamorphose und de geologischer Kreislauf, Sedimentation von anorganischem Material und dessen Verbleib in der Geosphäre über geologische Zeiträume, Prozesse in der Wassersäule in unterschiedlichen Sedimentationsräumen.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p><u>Einführung in die Organische Geochemie (VL) / Anorganische Geochemie (VL)</u> Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls:</p>

	<p>(i) Grundlagenwissen über die organisch-geochemischen Aspekte der Umweltwissenschaften.</p> <p>(ii) Grundlagenwissen über die anorganisch-geochemischen Aspekte der Umweltwissenschaften.</p> <p>(iii) Grundlagenwissen über die geochemisch bedeutsamen Kreislaufprozesse des Kohlenstoffs auf unserer Erde.</p> <p>(iv) Grundlagenwissen über die geochemisch bedeutsamen Elementkreisläufe</p> <p>(v) Verständnis umweltwissenschaftlich relevanter geochemischer Prozesse in der Geosphäre und deren Beziehungen zu Atmo-, Bio- und Hydrosphäre</p> <p>(vi) Fähigkeiten zum eigenständigen Erschließen geochemischer Literatur bzw. Informationen.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Killops, S. & Killops, V., 2004: Introduction to Organic Geochemistry 2. Aufl., Blackwell. https://sites.google.com/site/killopsioig/</p> <p>Schwarzbauer, J. & Jovancicevic, B. 2016: Fossil Matter in the Geosphere, Springer, ISBN-10: 3319361848</p> <p>Schwarzbauer, J. & Jovancicevic, B. 2016: From Biomolecules to Chemofossils, Springer, ISBN-10: 3319272411</p> <p>Bianchi, T.S. & Canuel, E.A., 2011: Chemical Biomarkers in Aquatic Ecosystems, Princeton University Press</p> <p>Broecker, W.S. 1995: Labor Erde: Bausteine für einen lebensfreundlichen Planeten, Springer.</p> <p>F.J. Millero, 1996: Chemical Oceanography, 2. Aufl., CRC Press.</p> <p>S.M. Libes, 1992: An Introduction to Marine Biogeochemistry, Wiley.</p> <p>Grotzinger, J. & John, T., 2017: Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Aufl., Springer Spektrum, 769 S.</p> <p>Bahlburg, H., Breitzkreuz, C.: 2008, Grundlagen der Geologie, Springer Spektrum, 423 S.</p> <p>Okrusch, M., Matthes, S., 2009: Mineralogie: eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde, Springer, 658 S.</p> <p>Weitere Fachliteratur wird im Seminar bekannt gegeben.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Geowissenschaften und organischer Chemie
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>1 Klausur, 2 Std. (über den Inhalt der Vorlesungen) oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben).</p>

	<p>In Ausnahmefällen 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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur in der ersten Woche nach Ende der Vorlesungszeit, nach Bekanntgabe durch die Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar355 Physikalische Ozeanographie
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Physikalische Ozeanographie (3 KP) Ü/SE Physikalische Ozeanographie (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch und Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jörg-Olaf Wolff
Dozent/in/en/nen	Lettmann, Wolff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung/Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Physikalische Ozeanographie</u> Hydrodynamische Grundgleichungen; Strömungen auf der rotierenden Erde; Geostrophie, Wellen, Gezeiten; windgetriebene Ozeanzirkulation (Ekman, Sverdrup, Stommel-Theorien); Themen der regionalen Ozeanographie (Nordsee, Ostsee, Atlantik). <u>Ü/SE Physikalische Ozeanographie</u> Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen. Seminarvorträge behandeln regionale Aspekte sowie aktuelle Forschungsergebnisse.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den einzelnen Veranstaltungen bekanntgegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab

<p>Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:</p>	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur. Bei Wiederholungsprüfungen mündliche Prüfung nach Maßgabe der/s Lehrenden möglich.</p> <p><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.</p>
<p>Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte</p>	<p>Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung</p>
<p>Prüfungszeiten:</p>	<p>Wird in den Veranstaltungen zu Beginn durch den Dozenten/die Dozentin bekannt gegeben.</p>

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar718 Hydrodynamik
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Hydrodynamik (3 KP) Ü Hydrodynamik (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jörg-Olaf Wolff
Dozent/in/en/nen	Lettmann, Wolff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der Strömungslehre/Hydrodynamik. Sie kennen die Grundgleichungen der Hydrostatik, Kinematik, und Hydrodynamik und können mit Hilfe der Vektoranalysis Anwendungen und Spezialfälle im Bereich der Atmosphären- und Meeresphysik verstehen und bearbeiten.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Schade & Kunz, Strömungslehre, 3. Auflage Juli 2007 Aktuelle Literaturliste unter Stud.IP
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> 1 Klausur, 1,5 Std. (zur VL Hydrodynamik) oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben).

	<p>Bei Wiederholungsprüfungen mündliche Prüfung nach Maßgabe der/s Lehrenden möglich</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, nach Bekanntgabe durch die Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar470 Programmierkurs Meereswissenschaften
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester Blockveranstaltung VL/Ü Grundkurs Programmierung (4 SWS, 6 KP) Untertitel: Einführung in das Programmieren mit MATLAB
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch (nach Bedarf)
Modulverantwortliche/r	Dr. Christoph Feenders
Dozent/in/en/nen	Feenders
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 70 h, Selbststudium: 110 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
maximale TeilnehmerInnenzahl/ Auswahlkriterium für die Zulassung:	30 Verfahren siehe Stud.IP
Modulinhalt	Grundkurs Programmierung 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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Grundkurs Programmierung Den TeilnehmerInnen werden grundlegende Programmier Techniken vermittelt, um Datenanalyse betreiben und numerische Probleme lösen zu können.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	F. Thuselt und F.P. Gennrich, Praktische Mathematik

	<p>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</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur zu VL und Ü (max. 180 min) oder mündliche Prüfung oder fachpraktische Übung (Programmieraufgabe mit mündlicher Kurzprüfung, max. 30 min) nach Maßgabe des Dozenten</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur oder fachpraktische Übung am Ende der Veranstaltungszeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar671 Statistik Software R: Einführung
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften, Bachelor Informatik
Veranstaltungen	Wintersemester 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)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel, Werner
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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; Regression in R; Programmierstrukturen
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studenten sind in der Lage Daten zu laden, zu visualisieren und statistische Analysen durchzuführen. Darüber hinaus können sie maßgeschneiderte Modell-Programmierlösungen selbständig erstellen.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar354 Advanced mathematical modelling
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Advanced mathematical modelling (2 SWS, 3 KP) Ü Advanced mathematical modelling (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernd Blasius
Dozent/in/en/nen	Blasius, Feenders, Ryabov
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Modelling approaches for random processes in biological, environmental, natural and social systems with a focus on modern applications: <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)
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	D. Stirzaker (Cambridge). Probability and random variables: a beginners guide. Grimmet & Stirzaker (Oxford). Probability and random

	<p>processes. W. Feller (Wiley). An introduction to probability theory and its applications I & II. M. Schroeder (Freeman). Fractals, chaos, power laws: Minutes from an infinite paradise. Van Kampen (NorthHolland). Stochastic processes in physics and chemistry. D. ben-Avraham & S. Havlin (Cambridge). Diffusion and reactions in fractals and disordered systems.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundlagen der mathematischen Modellierung, Programmiererfahrung in Matlab oder verwandter Sprache
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar672 Bodenkunde, Hydrologie und Ökosystem
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	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)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Gudrun Massmann
Dozent/in/en/nen	Kleyer, Massmann, N.N.
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>Hydrologie:</u> Wasserkreislauf, Grundbegriffe der Hydrologie, hydrologische und hydrogeologische Prozesse und Speicher, Mess- und Berechnungsverfahren, Wasserchemismus, Gewässerschutz.</p> <p><u>Bodenkunde:</u> Eigenschaften von Böden, Nährstoffe und Schadstoffe, Bodengefährdungen und Bodenschutz. Messmethoden und -berechnungen.</p> <p><u>Einführung in den Stoffhaushalt von Pflanzenbeständen Mitteleuropas:</u> Eigenschaften von Ökosystemen hinsichtlich ihrer Produktivität Phosphorhaushalt, Stickstoffhaushalt, Kohlenstoffhaushalt Wasserhaushalt Stoffflüsse, Stofftransporte Zusammenhänge zwischen Nährstoffeinträgen in Ökosysteme und Biodiversität</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls (i) Grundlagenwissen über den Bereich der Bo-

	<p>denkunde</p> <p>(ii) Grundlagenwissen im Bereich der Hydrologie</p> <p>(iii) Grundlagenwissen der ökosystemaren Zusammenhänge im Bereich der Vegetationsökologie</p> <p>(vi) vertiefte Fähigkeit zur Auswertung und Darstellung bodenkundlich-hydrologisch-vegetationskundlicher Untersuchungen</p> <p>(vii) Fähigkeiten zum eigenständigen Erschließen bodenkundlich-hydrologisch-vegetationskundlicher Literatur bzw. Informationen</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Blum (2007): Bodenkunde in Stichworten. 6. Aufl. Borntraeger, Stuttgart</p> <p>Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5)</p> <p>Baumgartner & Liebscher (1996): Allgemeine Hydrologie</p> <p>Hölting & Coldewey (2005): Hydrogeologie</p> <p>Schulze, Beck, Müller-Hohenstein: Pflanzenökologie. Spektrum Verlag 2004</p> <p>Smith, Smith (2009): Ökologie, Pearson Studium</p> <p>Beierkuhnlein (2007): Biogeographie, UTB Taiz, Zeiger (2007): Plant Physiology,</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, alle anderen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.
Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung

Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	mar673 Hydrogeologie
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Vorlesung Hydrogeologie (3 KP, 1 SWS + Zusatzaufgaben) Ü Hydrogeologische Übungen (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Gudrun Massmann
Dozent/in/en/nen	Greskowiak, Massmann
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	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

	<p>hydrogeologischer Sachverhalte und Ergebnisse eigener Arbeit.</p> <p>Im Modul werden vertiefte Kenntnisse über theoretische und praktische hydrogeologische Kompetenzen im terrestrischen (landschaftsökologischen) Bereich vermittelt.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Appelo & Postma (2005): Geochemistry, Groundwater and Pollution. A.A. Balkema</p> <p>Baumgartner, A. & Liebscher, H.-J. (1990): Allgemeine Hydrologie, Bd.1: Quantitative Hydrologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart</p> <p>Hölting & Coldewey (2009): Hydrogeologie. Springer</p> <p>Mattheß & Ubell (1983): Lehrbuch der Hydrogeologie 1. Allgemeine Hydrogeologie, Grundwasserhaushalt. Gebrüder Bornträger</p> <p>Mattheß (2005): Die Beschaffenheit des Grundwassers. Gebrüder Bornträger</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit oder Referat</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit, alle anderen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	inf005 Softwaretechnik I
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Informatik, Bachelor Mathematik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Softwaretechnik I (3 KP) Ü Softwaretechnik I (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Winter
Dozent/in/en/nen	Schmalriede, Winter
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 70 h, Selbststudium: 110 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	In dem Modul werden die grundlegenden Begriffe und Konzepte der Softwaretechnik vermittelt. Es sind dies u.a.: <ul style="list-style-type: none"> - Notwendigkeit der Softwaretechnik - Aktivitäten und Vorgehensmodelle der Software-Entwicklung - Objektorientierte Modellierung, Metamodellierung - Synchronisation von Code und Modellen - Ermittlung von Anforderung - Definition von Software-Architekturen - Einsatz von Mustern der Software Entwicklung - Definition und Sicherung der Softwarequalität - Wartung und Betrieb von Softwaresystemen In der Übung werden Werkzeuge vorgestellt und an Beispielen eingeübt.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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. Vertieft werden Grundkonzepte der objektorientierten Modellierung und Softwareentwicklung. Fachkompetenzen Die Studierenden:

	<ul style="list-style-type: none"> - erkennen die Phasen im Software-Lebenszyklus (vor allem Anforderungsermittlung, Entwurf, Implementierung, Qualitätssicherung) - benennen die in den Phasen anfallenden Aufgaben - wählen geeignete Methoden und Hilfsmittel in verschiedenen Phasen von Projekten aus - erkennen die Sprachmöglichkeiten der Modellierung mit UML - entwickeln und bewerten diverse Modelle in unterschiedlichen UML-Sprachen - erkennen lösen gegebene Problem mit Hilfe von Entwicklungsumgebungen <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - strukturieren, dokumentieren und bewerten Probleme und Lösungen mit den Werkzeugen der objekt-orientierten Modellierung - wenden Methoden und Techniken der objekt-orientierten Modellierung gezielt an <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - erstellen, präsentieren und diskutieren Problemlösungen mit Hilfe von Modellierungstechniken - beschreiben und lösen gegebenen Probleme der Modellierung in Gruppen <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reflektieren ihr Handeln bei der Problembeschreibung und der Entwicklung von Lösungsansätzen
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Folienskript zur Vorlesung - Ian Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley Longman, Amsterdam, 10. Ed. 2012 - Jochen Ludewig, Horst Lichter: Software Engineering, dpunkt.verlag, 3. Auflage 2013 - Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2009 - Chris Rupp, Stefan Queins: UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung, Carl Hanser Verlag, 4. Auflage 2012
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	inf030, inf031
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Am Ende der Vorlesungszeit oder begleitend zum

	Veranstaltungsbetrieb (bei Portfolio)
--	---------------------------------------

Profilierungsbereich

Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar363 Theorie ökologischer Gemeinschaften
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Landschaftsökologie, Biologie und Marine Umweltwissenschaften sowie Master Ökologie Uni Bremen
Veranstaltungen	Sommersemester VL Theorie ökologischer Gemeinschaften (3 KP, 2 SWS) Ü Theorie ökologischer Gemeinschaften (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernd Blasius
Dozent/in/en/nen	Prof. Dr. Bernd Blasius
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben

Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundlagen in Matlab-Programmierung, Vorerfahrung in Modellierung (nicht notwendig, aber hilfreich).
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar722 Ökologie von Pflanzen und Tieren
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Landschaftsökologie, Biologie und Marine Umweltwissenschaften sowie Master Ökologie Uni Bremen
Veranstaltungen	Wintersemester VL Ökologie der Pflanzen (2 KP) VL Stoffhaushalte der Pflanzen (2 KP) VL Ökologie der Tiere (2 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Kleyer
Dozent/in/en/nen	Kleyer, Kiel, Zotz
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 84 h, Selbststudium: 96 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Ökologie der Pflanzen in Landschaften</u> Niscentheorie, Habitatmodelle, Beziehungen zwischen biologischen Merkmalen und Umweltbedingungen, Populationsbiologie, Sukzessionen, Ausbreitung. <u>VL Stoffhaushalte der Pflanzen in Landschaften</u> Ökophysiologie von Pflanzen, vor allem in Bezug auf Umweltstress <u>VL Ökologie der Tiere</u> 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).
Lernergebnisse/Kompetenzen	- 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

	<p>Prozesse, die das Auftreten von Tiere in der Landschaft steuern, ihre Habitatbindung und Populationsdynamik beeinflussen, ihre Migration und Ausbreitung bedingen oder Überlebensstrategien darstellen.</p> <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>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<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>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vegetationskundliche, tierökologische und ökologische Kenntnisse, vergleichbar mit den entsprechenden Modulen im Bachelor Umweltwissenschaften
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Klausur</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>
Kriterien zur Erreichung der	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu

Notenpunkte	bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar357 Meeres- und Geochemie
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Chemische Ozeanographie (2 SWS, 3KP) VL Meeresgeochemie (2 SWS, 3KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Katharina Pahnke-May
Dozent/in/en/nen	Pahnke-May, Seidel, Wilkes, Wurl
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>VL Chemische Ozeanographie</u> Grundlagen der Physikalischen Ozeanographie (Ozeanzirkulation), Eintrag und Verbleib von Spurenelementen, Nährstoffen und organischem Material, Stoffkreisläufe, Rolle von Spurenelementen im Meer</p> <p><u>VL Meeresgeochemie</u> Die Erde als Wasser-Planet, Wasserkreislauf, Topographie und Struktur der Ozeane, Hauptionen und Gase im Meerwasser, Klassifikation von Sedimenten, Transportprozesse, Karbonatgesteine, frühdiagenetische Prozesse, submarine Hydrothermalsysteme, Mn-Knollen, Datierungsmethoden, anthropogene Aktivität. Primärproduktion, Ablagerung organischen Materials, selektive Erhaltung, Transformationsprozesse organischen Materials, molekulare Zusammensetzung organischen Materials in marinen Sedimenten, Diagenese, Katagenese, Metagenese, organisches Material als Proxyparameter.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls vertieftes Wissen</p> <p><u>VL Chemische Ozeanographie</u> - über den Eintrag, Kreislauf und Verbleib von Elementen, speziell von Spurenelementen, und organischem Material im Meer.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - deren Rolle für biogeochemische Prozesse und als Anzeiger im Meer. - Grundlagen zur Gewinnung von Probenmaterial und chemischer Analyse <p><u>VL Meeresgeochemie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - über meeresgeochemische Aspekte und geochemisch bedeutsame Elementkreisläufe, insbesondere von Spurenmetallen, Sedimentgeochemie, Frühdiagenese und Hydrothermalsysteme - über die Ablagerung, Erhaltung und Transformation von organischem Material in marinen Sedimenten
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den einzelnen Veranstaltungen bekanntgegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar356 Ozean-Klima-Umweltphysik
Semester / Dauer des Moduls	1. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL/Ü Ozean-Klima-Umweltphysik (4 SWS, 6KP)
Lehrsprache	Deutsch und Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Oliver Zielinski
Dozent/in/en/nen	Feudel, Lettmann, Ryabov, Wolff, Zielinski
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in das Klimasystem - Messmethoden der Erdbeobachtung - Strahlung und Strahlungstransport - Einfache Klimamodelle - Geophysikalische Fluidodynamik - Turbulenz in Ozean und Atmosphäre - Grundlegende Klimaphänomene
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden physikalischen Prozesse im Klimasystem insbesondere im Hinblick auf Ozean und Atmosphäre. Sie kennen die Grundlagen der Messmethoden in der Erdbeobachtung und haben Kenntnisse über die wichtigsten Klimaphänomene.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Principles of Environmental Physics: Plants, Animals and the Atmosphere (Monteith, Unsworth) – online BIS Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u>

Leistungen/Prüfungsform:	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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar723 Biodiversität der Pflanzen
Semester / Dauer des Moduls	1. und 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Landschaftsökologie, Biologie und Marine Umweltwissenschaften sowie Master Ökologie Uni Bremen
Veranstaltungen	Sommersemester VL Biodiversität der Pflanzen SE Interactions of plants with environmental parameters
Lehrsprache	Deutsch und Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Carl Albach
Dozent/in/en/nen	Albach, von Hagen, Zotz
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Biodiversität der Pflanzen</u> Quantifizierung von Artenzahlen, Ausbreitung, Gradienten, Biogeographie, Biome, Funktionelle Diversität, Bestäubungssysteme, Life history, Seltenheit, Koexistenz, Invasive Pflanzen, Global Change, Artenschutz <u>SE Interactions of plants with environmental parameters</u> Content changes annually depending on publication.
Lernergebnisse/Kompetenzen	<u>Biodiversität der Pflanzen (VL)</u> Die Studierenden haben ein vertieftes Wissen über die Verteilung von Biodiversität und die Ursachen und Konsequenzen ihrer Veränderung. Dabei wird neben ökologischen Parametern insbesondere die phylogenetische Geschichte der Pflanzen betont. <u>Interactions of plants with environmental parameters (SE)</u> 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

	<ul style="list-style-type: none"> - independent searching and knowledge of scientific literature - data presentation and discussion in German and English (written and spoken) - ethics and professional behaviour
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<u><i>Biodiversität der Pflanzen</i></u> Kevin Gaston & John Spicer – 1998 - Biodiversity – An Introduction, Blackwell Publ.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vegetationskundliche, tierökologische und ökologische Kenntnisse, vergleichbar mit den entsprechenden Modulen im Bachelor Umweltwissenschaften
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar758 Biogeochemische Modellierung
Semester / Dauer des Moduls	3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Mechanismen und Modelle mariner Stoffkreisläufe (3 KP, 2 SWS) SE Methoden der Biogeochemischen Modellierung (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sinikka Lennartz
Dozent/in/en/nen	Lennartz
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Mechanismen und Modelle mariner Stoffkreisläufe</u> Grundlagen der prozessorientierten Modellierung in der Biogeochemie mit Schwerpunkt mariner Kohlenstoffkreislauf. 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. <u>SE Methoden der Biogeochemischen Modellierung</u> 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 Modeloutput
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel
Aufnahmekapazität im Modul	VL: unbegrenzt SE: max. 15 Studierende
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundlagen in Matlab-Programmierung, Vorerfahrung in Modellierung (nicht notwendig, aber hilfreich).
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar432 Biogeochemie
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	<p>Sommersemester VL Marine Biogeochemie (2 SWS, 3 KP)</p> <p>SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe (2 SWS, 3 KP) oder SE Praxisseminar Marine Biogeochemie (2 SWS, 3 KP) (maximal 12 Teilnehmer)</p>
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Dr. Claudia Ehlert
Dozent/in/en/nen	Ehlert, Mori, Seidel, Wilkes
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>VL Marine Biogeochemie</u> 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, ultrahochauflösende 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);</p>

	<p>Biomineralisation; Anthropogene Biogeochemie (natürliche und künstliche Eisendüngung); Öl im Meer (Herkunft, Zusammensetzung, Erdöl-Austritte, Erdöl-Verwitterung, Ölverschmutzung – Deep Water Horizon Fallstudie)</p> <p><u>SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe</u> 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.</p> <p><u>SE Praxisseminar Marine Biogeochemie</u> Erarbeitung des wissenschaftlichen Hintergrundes in Seminarbeiträgen in Einzelarbeit und Kompetenzteams. Präsentation des wissenschaftlichen Forschungsstands und die gemeinsame Herausarbeitung spezifischer Forschungshypothesen. Aufbau und Durchführung eines laborbasierten Inkubationsversuchs sowie dessen 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 im Plenum in Bezug auf die aufgestellten Forschungshypothesen diskutiert und in die aktuelle Forschung eingeordnet.</p>
<p>Lernergebnisse/Kompetenzen</p>	<p><u>VL Marine Biogeochemie</u> Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls vertieftes Wissen über organische Biogeochemie mariner Systeme, von Küstenregionen bis zum offenen Ozean: chemische Ozeanografie mit Schwerpunkt organische Biogeochemie: Eintrag, Produktion, Umsetzung und Abbau von organischem Material in Wassersäule und Oberflächensediment, Prozesse an der Grenze Wasser/Sediment, Porenwasserchemie, frühdiagenetische Umsetzungen, Photochemie, spezielle Ozeanografie und Biogeochemie ausgewählter mariner Systeme (Nordsee mit Wattenmeer, Ostsee, Ästuare, Hydrothermalsysteme, ozeanische Wüsten, ...).</p> <p><u>SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und</u></p>

	<p><u>Stoffkreisläufe</u> Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls vertieftes Wissen über den organischen 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.</p> <p><u>SE Praxisseminar Marine Biogeochemie</u> Dieses SE wird als Alternative zum SE Biogeochemische Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe semesterbegleitend angeboten. Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des SE vertiefte Kenntnisse über die biogeochemischen Stoffkreisläufe mariner Systeme sowie in der Konzipierung und Durchführung biogeochemischer Forschungsprojekte in einem interdisziplinär aufgestellten Forscherteam. Im Detail umfasst dies Kompetenzen in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formulierung und Bearbeitung spezifischer Forschungshypothesen auf Basis aktueller Literatur - Aufbau und Durchführung eines laborbasierten Inkubationsversuchs (Mikrokosmos) - Beprobung des Inkubationsversuchs für Haupt und Spurenelemente, Nährstoffe und organisches Material - Analyse der entsprechenden Parameter - Aufarbeitung und Darstellung der erhobenen Daten - Einordnung der eigenen Ergebnisse in die aktuelle Forschung - Wissenschaftliche Präsentation und Diskussion der Forschungsergebnisse
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Voraussetzung für die Teilnahme am SE Praxisseminar Marine Biogeochemie ist der Besuch der VL Marine Biogeochemie.
Nützliche Vorkenntnisse	keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Präsentation im SE Biogeochemische

	<p>Stoffwechselprozesse und Stoffkreisläufe ODER im SE Praxisseminar Marine Biogeochemie</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Wird in den Veranstaltungen zu Beginn durch den Dozenten/die Dozentin bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar431 Marine Klimatologie
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommersemester VL Paläoozeanographie und -klimatologie (2 SWS, 3 KP) VL Ozean- und Klimawandel (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Oliver Wurl
Dozent/in/en/nen	Pahnke-May, Wurl
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Paläoozeanographie</u> Abriss der Ozean- und Klimageschichte der Erde; marine und terrestrische Klimaarchive; Paläoproxies und deren Anwendung; Datierung von Klimaarchiven; Erklärungsmodelle: Plattentektonik, Milankovic-Zyklen, Ozeanzirkulation, atmosphärischer CO ₂ -Gehalt, Meteoriteneinschläge, Vulkanismus; Bedeutende Klima- und Aussterbeereignisse; Fallbeispiele. <u>VL Ozean- und Klimawandel</u> Meereserwärmung; Meeresspiegelanstieg; Ozeanversauerung; Rückgang von Meereis; Änderung von thermohaline Meeresströmungen; Statistik und Modelle für Vorhersagen; Geo-Engineering als Lösung?; Klimaschutz, Wirtschaft und Tourismus
Lernergebnisse/Kompetenzen	Studierende besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls vertieftes Wissen <u>VL Paläoozeanographie</u> Über die Entwicklung der Ozeane und des Klimas über die Erdgeschichte hinweg und gängige Modelle zur Erklärung von Ozean-Klimaänderungen; Ozean- und Klimaarchive; Methoden der Paläoozeanographie und – klimatologie, einschließlich der unterschiedlichen Paläoproxies, Datierungsmethoden und Probengewinnung; Bedeutende Klimaereignisse und

	<p>deren Folgen.</p> <p><u>VL Ozean- und Klimawandel</u> Über den Wandel des Ozeans mit der Erwärmung des Klimas – sowohl physikalisch chemisch und biologisch; wissenschaftliche Methoden zur Forschung des Ozeanwandels; Auswirkungen auf die Wirtschaft und Lebensqualität; Maßnahmen zur Reduzierung des Wandels.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar438 Marine Umweltchemie
Semester / Dauer des Moduls	3. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Anthropogene Fremdstoffe in der marinen Umwelt (2 SWS, 3 KP) SE Marine Umweltchemie (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Dr. Barbara Scholz-Böttcher
Dozent/in/en/nen	Köster, Scholz-Böttcher, Wilkes
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 60 h, Selbststudium: 120 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>VL Anthropogene Fremdstoffe in der marinen Umwelt</u> Die Vorlesung behandelt grundlegende Aspekte zu Verbleib, Wechselwirkungen sowie abiotischem und biotischem Abbauverhalten von anthropogen in die Meere eingetragenen Stoffen in der marinen Umwelt.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

	<p><u>SE Anthropogene Fremdstoffe in der Umwelt</u> 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.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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.</p>
Medienformen	<p>Beamer, Computer, Tafel, Folien</p>
Literatur	<p>Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	<p>Keine</p>
Nützliche Vorkenntnisse	<p>Grundlegende chemische Kenntnisse sind wünschenswert</p>
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Präsentation</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	<p>Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung</p>
Prüfungszeiten:	<p>Am Ende des Sommersemesters</p>

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar459 Macrobenthos communities
Semester / Dauer des Moduls	2. und 3. Fachsemester / 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	<p>Sommersemester VL/SE Dangerous marine animals: Biology ecology and first aid (2 SWS, 3 KP)</p> <p>Wintersemester SE Ecology of Macrobenthos communities (2 SWS, 3 KP)</p>
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Schupp
Dozent/in/en/nen	Rohde, Schupp
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>Dangerous marine animals: Biology, ecology and first aid</u> 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.</p> <p><u>Ecology of Macrobenthos communities</u> Es werden aktuelle ökologische Konzepte und interspezifische Interaktionen diskutiert</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p><u>Dangerous marine animals: Biology, ecology and first aid</u> Die Studierenden besitzen nach Besuch der LV vertieftes Wissen über die Biologie und die Wirkmechanismen von gefährlichen Meeresorganismen. Zudem sind Behandlungsmethoden bekannt.</p> <p><u>Ecology of Macrobenthos communities</u> Die Studierenden besitzen nach Besuch der LV vertieftes Wissen über die Ökologie von marinen benthischen Gemeinschaften. Es werden aktuelle ökologische Konzepte und interspezifische Interaktionen</p>

	diskutiert und die Folgen anthropogen verursachter Veränderungen sind deutlich geworden. Den Teilnehmern wurde insbesondere die Gemeinschaften des Makrozoobenthos und Makrophytobenthos nah gebracht.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung Präsentation</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Wird in den Veranstaltungen zu Beginn durch den Dozenten/die Dozentin bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar457 Ökologie benthischer Mikroorganismen
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommersemester VL Sediment microbiology (2 SWS, 3 KP) VL Microbial Ecology (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch, Englisch
Modulverantwortliche/r	Dr. Bert Engelen
Dozent/in/en/nen	Engelen, Könneke, Köster, Longman, Pohlner, Schupp, Seidel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Sediment Microbiology</u> 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. <u>VL Microbial Ecology:</u> 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).
Lernergebnisse/Kompetenzen	They know the basics of microbial ecology and the biogeochemistry of important microbial habitats. They gain knowledge about occurrence, life and activities of microorganisms in these environments with special focus on marine sediments.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine

Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Dozenten</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar458 Gewässerökologie
Semester / Dauer des Moduls	2. und 3. Fachsemester / 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommer- und Wintersemester VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen (<i>Biological significance of suspended matter</i>) (2 SWS, 3 KP) (SoSe) VL Grundlagen des Gewässerschutzes (2 SWS, 3 KP) (WiSe)
Lehrsprache	Deutsch und Englisch (VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen)
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Meinhard Simon
Dozent/in/en/nen	Brinkhoff, Simon
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen</u> <i>Biological significance of suspended matter</i> 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. <u>VL Grundlagen des Gewässerschutzes</u> 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

Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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:</p> <p><u>VL Grundlagen des Gewässerschutzes:</u> Störungen und Gefährdung natürlicher Gewässer, Eutrophierung, Phosphor- und Stickstoffbelastung natürlicher Gewässer, Saprobiensysteme, Gewässerversauerung, hygienische Belastung, Trinkwasseraufbereitung, Abwasserklärung, hormonell wirksame Substanzen</p> <p><u>VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen</u> Herkunft, Klassifizierung und Verteilung in Gewässern, Analytik, Transport und Sedimentation, Aggregation und Aggregatbildungsmechanismen, Fallbeispiele von Aggregationsereignissen, mikrobielle Besiedlung, mikrobielle Stoffumsatzaktivität, Strukturanalyse von aggregatassoziierten Bakteriengemeinschaften.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>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.</p> <p>Gunkel, G., Bioindikation in aquatischen Ökosystemen, Gustav Fischer Verlag, Jena 1994. Gunkel, G., Renaturierung kleiner Fließgewässer, Gustav Fischer Verlag, Jena 1996.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>VL Biologische Bedeutung von Schwebstoffen Skript vorhanden, wird auf Stud.IP hochgeladen. Weitere Literatur wird zu Beginn der VL bereitgestellt.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine

Nützliche Vorkenntnisse	Allgemeine Biologie, Geochemie, Chemie
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung 1 Klausur mit folgenden Optionen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 100% der Fragen aus einer der beiden VL 2. 50% der Fragen aus je einer der beiden VL (2 Teilklausuren) <p>(Bestanden bei Erreichen von 50% der Notenpunkte insgesamt oder aus je einer der beiden Teilklausuren)</p> <p>Aktive Teilnahme Aktive Teilnahme umfasst den regelmäßigen Besuch der VL und vor allem den Erwerb der Vorlesungsinhalte für das Bestehen der Klausur.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Nach Ende der Vorlesungszeit

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umweltsysteme und Biodiversität
Modulbezeichnung	mar461 Functional marine biodiversity
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	<p>Wintersemester VL Marine community ecology (2 SWS, 3 KP) Blockveranstaltung: SE Functional marine biodiversity (2 SWS, 3 KP)</p> <p>Achtung: maximale Teilnehmerzahl 16 Auswahl nach Anmeldedatum</p>
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Helmut Hillebrand
Dozent/in/en/nen	Hillebrand, Moorthi, Striebel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>VL Marine community ecology</u> 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.</p> <p><u>Blockveranstaltung:</u> <u>SE Functional marine biodiversity</u> 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.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Die Studierenden verstehen die funktionelle Rolle der biologischen Vielfalt im Ökosystem basierend auf dem fortgeschrittenen Verständnis von Gemeinschaftsökologie.</p> <p>Die Studierenden präsentieren eigene</p>

	Forschungsergebnisse.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse der Ökologie
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur nach dem Ende des Blockseminars

Profilierung Energiesysteme

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	phy616 Computational Fluid Dynamics
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Sommersemester VL/Ü Computational Fluid Dynamics I (3 KP) VL/Ü Computational Fluid Dynamics II (3 KP) (jede dieser Veranstaltungen nimmt nur ein halbes Semester ein)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Laura Lukassen
Dozent/in/en/nen	Lukassen, Peinke, Stoevesandt
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>J.H. Ferziger and M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002.</p> <p>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> <p>P. Sagaut: Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, 1998.</p> <p>J. Fröhlich: Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, 2006 (in German).</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	Basic knowledge in mathematics & physics Fluiddynamik I + II
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur (max. 180 min.) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	phy648 Wind Resources and its Application
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Advanced Wind Energy Meteorology (3 KP, WP) VL Wind Energy Application - From Wind Resources to Wind Farm Applications (3 KP, WP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Martin Kühn
Dozent/in/en/nen	Kühn, Steinfeld, Waldl
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 72 h, Selbststudium: 108 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>Advanced Wind Energy Meteorology (Lecture – 90 h workload)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p><u>Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind Farm Operations (Lecture – 90 h workload)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 unstable atmospheric conditions - Wind yield from wind distribution and the power

	<p>curve</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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</p>
Medienformen	<p>Beamer presentation, computer, blackboard</p>
Literatur	<p><u>Advanced Wind Energy Meteorology</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Teilnahmevoraussetzung(en)	<p>Energy Meteorology</p>
Nützliche Vorkenntnisse	<p>Knowledge in Basics Wind Energy, Fluid Dynamics I, Matlab</p>
Zu erbringende	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p>

Leistungen/Prüfungsform:	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
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period; submission of the report at the end of the semester

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	pre022 Solar Energy
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Photovoltaics (3 KP) VL Solar Thermal Energy (3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Agert, Dr. Herena Torio
Dozent/in/en/nen	Agert, Knipper, Torio
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>This module gives an overview on solar thermal 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) Physics of PV:</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>Solar Thermal Energy (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; thermally driven compression chillers

	<ul style="list-style-type: none"> - 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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>Solar Energy PV</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Solar Thermal</p> <ul style="list-style-type: none"> - DGS, (2010) Planning and installing solar thermal systems, a guide for installers, architects and engineers, 2nd ed. - Duffie JA, Beckman WA (2013) Solar engineering

	<p>of thermal processes: Wiley.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	None
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>2 Examinations: Written Exam (1.5h, weight 50%) and Presentation of a Paper (15 min presentation, 5 pages report, weight 50%)</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period; submission of the report at the end of the semester

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	pre042 Water and Biomass Energy
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Hydro- & Marine Power (3 KP) VL Biomass Energy (3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Wark, Hans-Gerhard Holtorf PhD
Dozent/in/en/nen	Holtorf, Pehlken, Torio, Wark
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Biomass Energy (Lecture - 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energy mix overview; gas, heat, electricity, Pros and Cons, of biomass, - Chemical composition of biomass: sugar, cellulose, starch, fats, oils, proteins, lignin, - Natural photosynthesis in plants: chemical storage of solar energy; general mechanisms, - Chemistry and Biology (microorganism) of Biogas Technology, - Conversion processes of biomass: classification, main pathways, - Introduction to catalysis used in biomass conversion, - Chemical fuels (chemical energy storage) from biomass, - Routes to platform chemicals and separation processes, - Technology concepts for bioenergy usage, - Introduction into economical and legal constraints. <p>Hydro and Marine Power (Lecture + Excursion - 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revision of hydraulic basics and their application to hydro and marine power. - Hydropower and marine power resources and their representation - Technological and economical state of the art.

	<ul style="list-style-type: none"> - Description of such systems' components, their characteristics, their interaction in a system, their main features and their challenges
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - critically evaluate and compare two Renewable Energy conversion processes which allow continuous power supply on demand (hydropower and biomass energy) - confront those systems to a Renewable Energy conversion process with intermittent output (marine power) - discuss extreme situations in Renewable Energy systems' source and transfer such situations to other Renewable Energy systems - analyse various system components and their interconnections within a complex Renewable Energy supply system, - evaluate the Renewable Energy supply systems' operational size and efficiency, - critically evaluate non-technical impact and side effects when implementing renewable energy supply systems - understand the basic chemical background of bioenergy-related materials, systems and processes
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>Biomass Energy</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEA (2019), Renewables 2019, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/renewables-2019Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., Briseid, T, (2018). - The role of Anaerobic Digestion and Biogas in the Circular Economy. Murphy, J.D. (Ed.) IEA Bioenergy Task 37, 2018: 8 - IEA (2020), Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth - International Finance Corporation. 2017. Converting Biomass to Energy: A Guide for Developers and Investors. Washington, DC - Cushion, Elizabeth, Adrian Whiteman, and Gerhard Dieterle. Bioenergy development: issues and impacts for poverty and natural resource management - Pehlken, A., Wulf, K., Grecksch, K., Klenke, T., Tsydenova, N.; More Sustainable Bioenergy by Making Use of Regional Alternative Biomass?, Sustainability 2020, 12(19), 7849;

	<p>https://doi.org/10.3390/su12197849</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schlögl, Robert (2013). Chemical energy storage (Elektronische Ressource ed.). Berlin [u.a.]: De Gruyter. - Sackheim, G.I., Lehman, D.D.: Chemistry for the Health Sciences (8th edition), Prentice Hall, 1998 - Chemistry – General, Organic and Biological, Pearson International Edition (2nd edition), 2007 - Alonso, D.M., Bond, J.Q., Dumesic, J.A., Catalytic conversion of biomasses to biofuels, Green Chem. 12, 2010, 1493-1513 <p>Hydro and Marine Power</p> <ul style="list-style-type: none"> - Charlier R.H., (2009) Ocean Energy: Tide and Tidal Power. - Chtrakar P (2005) Micro-hydropower design aids manual: Small Hydropower Promotion Project, Mini Grid Support Programme. 107p. - Croockewit J (2004) Handbook for developing micro hydro in British Columbia: BChydro. 69 p. - Giesecke J, Heimerl S, Mosonyi E (2014) Wasserkraftanlagen: Springer Vieweg. XXVI, 940 p. - Inversin AR (1986) Micro-hydropower sourcebook: NRECA International Foundation. - Meder K (2011) Environment Assessment and Watershed Action Planning related to GIZ ECO MHP Projects: Field Manual. GIZ. 24 p. - Pelikan B (2004) Guide on how to develop a small hydropower plant. European Small Hydropower Association ESHA. 151 p. - Penche C (1988) Layman's handbook on how to develop a small hydro site; Commission E, editor. - Rodriguez L, Sánchez T (2011) Designing and building mini and micro hydropower schemes – a practical guide; Action P, editor: Practical Action Publishing Ltd. xxii, 359 p.
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	<p>Basics of</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydrodynamics - Mechanical Engineering - Electrical Engineering - Recommended: Basic knowledge of General Chemistry
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Written Exam and active participation
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	End of Winter Semester

--	--

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	phy641Energy Resources & Systems
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Energy Meteorology (3 KP) VL Energy Systems (3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Agert, Dr. Martin Knipper
Dozent/in/en/nen	Agert, Knipper, Torio
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<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,

	<ul style="list-style-type: none"> - Wind Measurements <p>Energy Systems (Lecture - 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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.
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>Energy Meteorology:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEA Word 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 <p>Energy Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ramage, J.: Energy: A Guide Book (Oxford University Press, 1997) - Boyle, G. et al. (Eds.): Energy Systems and Sustainability (Oxford University Press, 2003)

	<ul style="list-style-type: none"> - Blok, K.: Introduction to Energy Analysis (Techne Press, Amsterdam, 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. Gröbler 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/)
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	None
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>Prüfungsleistung</u> 2 Written Exams (max. 90 min. each)
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	phy647 Future Power Supply Systems
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Future Power Supply (2 SWS, 3 KP) SE Future Power Supply (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Agert
Dozent/in/en/nen	Agert
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Future Power Supply Systems: - 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)
Lernergebnisse/Kompetenzen	After successful completion of the module students should be able to - 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

	<p>assess the suitability of these concepts for promoting the implementation of higher shares of fluctuating distributed power generation within the electricity grid.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>Future Power Supply Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	Knowledge from module RE technology I, Mathematics
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Report (presentation: 50 min, Term-paper: 5 pp.) or Exercises (8 Exercises).</p> <p><u>Aktive Teilnahme</u> In addition, active participation is required. The criteria to fulfil the requirement of the active participation are announced at the beginning of the term.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	According to the lecturer

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Energiesysteme
Modulbezeichnung	pre025 Wind Energy and Storage
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Physik, MSc Informatik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Basics of Wind Energy (2 SWS, 3 KP) VL Energy Storage (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Agert, Hans-Gerhard Holtorf PhD
Dozent/in/en/nen	Hölling, Holtorf, Knipper, Steinberger-Wilckens
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Basics of Wind Energy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wind characterization and anemometers - Aerodynamic aspects of wind energy conversion - Wind turbine performance - Design of wind turbines - Dimensional analysis and pi-theorem <p>Energy Storage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentals of electrochemistry and thermodynamics - Energy and environmental balances - 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) - Fundamental setup of most common battery types - Fundamental chemical reactions in these batteries - Operational characteristics of batteries (charging & discharging, wear processes and service lives).
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critically evaluate and describe basic characteristics and functioning of wind energy converters - Understand the physical principal of wind energy

	<p>conversion</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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)
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Written Exam (wind energy) & Active Participation (energy storage)
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	End of Module's Block

Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie
Modulbezeichnung	wir924 Ecological Economics
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Sustainability Economics and Management
Veranstaltungen	Wintersemester VL Introduction to Social- ecological Resilience (3 KP) SE Ecological Economics (3 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernd Siebenhüner, Prof. Dr. Stefanie Sievers-Glotzbach
Dozent/in/en/nen	Siebenhüner, Sievers-Glotzbach
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<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</p>

	<p>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>
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<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>Røpke, I. (2004). The early history of modern ecological economics. <i>Ecological Economics</i> 50: 293-314.</p> <p>Røpke, 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>
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	None
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Hausarbeit oder Referat oder Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Projektbericht
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	According to the lecturer
Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung

Bereich	Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie
Modulbezeichnung	wir890 Climate Economics
Semester / Dauer des Moduls	1. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Applied Economics and Data Science Master Business Administration, Economics and Law Master Sustainability Economics and Management
Veranstaltungen	Wintersemester VL Economics of Climate Change (3 KP, 2 SWS) Ü Übung zu Economics of Climate Change (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Cristoph Böhringer
Dozent/in/en/nen	Böhringer, Riesenbeck
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Natural science of climate change: greenhouse effect; measures, causes and impacts of climate change. Economics of climate change: market failures (public goods, externalities); game theory of international agreements (prisoner's dilemma, chicken game, assurance game, repeated games, continuous choice); environmental policy instruments (especially taxes, tradable permits). Climate policy in practice: EU-ETS (pitfalls: market segmentation, conditional grandfathering, lobbying); emission taxes and the EU-ETS; interaction between black and green quotas; embodied carbon tariffs.
Lernergebnisse/Kompetenzen	This course aims at giving students an understanding of reasons, goals and instruments for climate policy, as well as implied complications due to the long-term characteristics and the international dimension of climate change. Students first learn basics about the natural science of climate change and the main statements of climate research about the anthropogenic contribution to climate change. The economic interpretation of high pollution as a symptom of a market failure then leads to the treatment of policy instruments, and the understanding of economic efficiency as a prerequisite for effective climate policy. Game theoretic analysis of international negotiations and agreements provides key insights

	about the international dimension of the problem. By means of practical examples students then see in detail the functionality and pitfalls of selected implemented (or currently discussed) policies, e.g. the EU-ETS. With successful completion of the course, students shall be able to judge climate policy issues on an informed scientific basis (natural science and economics).
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	Literature to be announced during the lecture/exercises.
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	None
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung Klausur (max. 120 min.)</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie
Modulbezeichnung	wir889 Applied Environmental Economics
Semester / Dauer des Moduls	2. Semester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Applied Economics and Data Science Master Business Administration, Economics and Law Master Sustainability Economics and Management
Veranstaltungen	Sommersemester VL Applied Environmental Economics (4 SWS, 6 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Cristian Huse
Dozent/in/en/nen	Huse, Mustafa
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Econometric methods (discrete choice); Welfare analysis; Valuation; Types of data; Cost-benefit analysis.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Be able to conceptually understand and apply key empirical tools used by any economist (and other professionals) in Environmental, Energy, and Transport Economics. Be able to perform and critically evaluate an empirical analysis.
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	Phaneuf, D.J., and T. Requate. A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice. Cambridge University Press, 2016. Cameron, A. C., and P. Trivedi (2005). Microeconometrics: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press.
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	Pre-requisites are: wir894 – Econometrics of Policy Evaluation; wir874 -- Advanced Microeconomics or wir901 -- Environmental Economics
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Portfolio

	<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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie
Modulbezeichnung	wir901 Environmental Economics
Semester / Dauer des Moduls	1. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Business Administration, Economics and Law Master Sustainability Economics and Management
Veranstaltungen	Wintersemester VL Environmental Economics (3 KP, 2 SWS) Ü Mikroökonomische Grundlagen der Umwelt- und Ressourcenökonomik (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Helm
Dozent/in/en/nen	Helm, Rüb
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Economic analysis of environmental impacts (property rights, external effects, market failure); ethical aspects of environmental economics, instruments of environmental policy (tradable permits, taxes, subsidies, liability law); innovation and adaptation of new technologies; international environmental problems.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Know and be able to apply fundamental concepts and figures of thought in environmental economics; be able to analyse and evaluate environmental problems and solution approaches; practice scientific methods and the ability to discuss; be able to classify environmental economics in the context of interdisciplinary sustainability research.
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	Daniel J. Phaneuf and Till Requate. A Course in Environmental Economics: Theory, Policy, and Practice. Cambridge University Press, 2016. Roger Perman, Yue Ma, Michael Common, David Maddison and James McGilvray. Natural Resource and Environmental Economics. Addison Wesley. 2011 (4th edition).
Teilnahmevoraussetzung(en)	None

Nützliche Vorkenntnisse	None
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung Klausur</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the lecture period.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Profilierung Umwelt- und Ressourcenökonomie
Modulbezeichnung	pre152 Resilient Energy Systems
Semester / Dauer des Moduls	1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Postgraduate Programme Renewable Energy
Veranstaltungen	Wintersemester VL Resilient Energy Systems (3 KP, 2 SWS) SE Resilient Energy Systems (3 KP, 2 SWS)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Carsten Agert
Dozent/in/en/nen	Agert, Torio
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>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):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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,...)

	<ul style="list-style-type: none"> -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 a 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
Medienformen	Beamer presentation, computer, blackboard
Literatur	<p>Jesse et al. 2019. Adapting the theory of resilience to energy systems: a review and outlook. <i>Energy, Sustainability and Society</i> (2019) 9:27 https://doi.org/10.1186/s13705-019-0210-7</p> <p>Hölling C.S., 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. <i>Ecosystems</i>, 4, (2001), pp. 390-405.</p> <p>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</p> <p>Roegge P.E. et al. 2014. Metrics for energy resilience. <i>Energy Policy</i>, 72, (2014), pp. 249–256. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.012</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	None
Nützliche Vorkenntnisse	
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>1 Examination: Portfolio (Impulse presentation, short essay and exercises) or Presentation of a Paper (presentation - 30 minutes and written report, 10 pages)</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	At the end of the semester

Schwerpunktbereich

Schwerpunkt prozess- und systemorientierte Modellierung

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar375 Modelle in der Populationsdynamik
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Modelle in der Populationsdynamik (2 SWS, 3KP) Ü Modelle in der Populationsdynamik (2 SWS, 3KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Feudel, Freund
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>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.</p> <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar374 Nichtlineare Dynamik im Erdsystem
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Nichtlineare Dynamik im Erdsystem (2 SWS, 3 KP) Ü Nichtlineare Dynamik im Erdsystem (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Feudel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>VL Nichtlineare Dynamik im Erdsystem</u> 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 <u>Ü Nichtlineare Dynamik im Erdsystem</u> Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse in der Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme. Sie können Phänomene, die aus nichtlinearen Wechselwirkungen heraus resultieren, in Umweltsystemen erkennen und können Methoden der nichtlinearen Dynamik auf Umweltsysteme anwenden.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	J. Argyris, G. Faust, M. Haase, R. Friedrich: Die Erforschung des Chaos, Springer 2017. J. Guckenheimer und P. Holmes: Nonlinear

	<p>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.</p> <p>Weitere Literatur wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar369 Kritische Zustände im System Erde: Kippunkte und Resilienz
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Kritische Zustände im System Erde (2 SWS, 3 KP) SE Kritische Zustände im System Erde (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Feudel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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)
Lernergebnisse/Kompetenzen	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

	<p>Meeres- und Klimaforschung nachzuvollziehen und durch Selbststudium der aktuellen Literatur auch neue oder verschiedene Ansätze in der Theorie zu begreifen und einzuordnen.</p> <p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, aktuelle Publikationen der Fachliteratur auszuwerten</p> <p>Umweltsystemmodelle zu verschiedensten Fragestellungen zu analysieren und die Resultate der Untersuchungen mit Umweltsystemmodellen auf spezielle Fragestellungen anzuwenden.</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Aktuelle Publikationen aus Fachzeitschriften, die in der Veranstaltung bekannt gegeben werden.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Kenntnisse aus der Veranstaltung Nichtlineare Dynamik im Erdsystem
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Präsentation</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar367 Ozeanmodelle
Semester / Dauer des Moduls	2. Semester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Marine Umweltwissenschaften
Veranstaltungen	Sommersemester VL Ozeanmodelle: Theorie und Praxis (2 SWS, 3 KP) Ü Ozeanmodelle: Theorie und Praxis (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jörg-Olaf Wolff
Dozent/in/en/nen	Lettmann, Wolff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	VL Ozeanmodelle: Theorie und Praxis: 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: Theorie und Praxis: Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien

Literatur	D.B. Haidvogel, A. Beckmann, Numerical Ocean Circulation Modeling, 1999, Imperial College Press J. Kämpf, Advanced Ocean Modelling, Using Open-Source Software, 2010, Springer
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Hausarbeit 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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar368 Klimamodelle
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Klimamodelle: Theorie und Praxis (2 SWS, 3KP) Ü Klimamodelle: Theorie und Praxis (2 SWS, 3KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jörg-Olaf Wolff
Dozent/in/en/nen	Lettmann, Wolff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	VL Klimamodelle: Theorie und Praxis: 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: Theorie und Praxis: Vertiefung der Inhalte der zugehörigen VL sowie praktische Übungen
Lernergebnisse/Kompetenzen	Im Rahmen dieser Veranstaltung werden grundlegende naturwissenschaftlich-mathematische Fachkenntnisse erworben. An einfachen Energie-Bilanzmodellen werden numerische Methoden, sowie das Algorithmieren und Programmieren eingeübt. Durch weiteres Arbeiten mit diesen Testprogrammen wird die Fähigkeit zur eigenständigen Forschung geübt. Im Rahmen eines IPCC Abschlussprojektes, werden die Studenten 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur. Bei Wiederholungsprüfungen mündliche Prüfung nach Maßgabe der/s Lehrenden möglich. <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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Termin wird zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar753 Netzwerke und Komplexität
Semester / Dauer des Moduls	3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Keine
Veranstaltungen	Sommersemester VL Netzwerke und Komplexität (2 SWS, 3KP) SE Netzwerke und Komplexität (2 SWS, 3KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thilo Gross
Dozent/in/en/nen	Prof. Dr. Thilo Gross
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Die einzelnen Themen sind in vier große Themenblöcke organisiert:</p> <p>Netzwerkalgorithmen – Problemlösungs Ansätze aus der Informatik mit denen Netzwerkeigenschaften schnell bestimmt werden können: Kürzeste Pfade, optimale Wege, etc. (Programmierkenntnisse sind hierfür nicht erforderlich)</p> <p>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.</p>

	<p>Dynamik komplexer Systeme: Ansätze aus der Theorie dynamische Systeme: kritische Übergänge. Verfahren zur Vereinfachung und Modellreduktion.</p> <p>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.</p>
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage die vermittelten Ansätze für komplexe Systems 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.
Medienformen	Visualizer, Datenprojektor
Literatur	<p>A.L. Barabasi and M. Posfai: Network Science</p> <p>S.N. Dorogovtsev: Lectures on Complex Networks</p> <p>E. Estrada and P. Knight: A first course in Network Theory</p> <p>V. Latora, V. Nicosia and G. Russo: Complex Networks: Principles, Methods, and Applications</p> <p>C. Moore and S. Mertens: The Nature of Computation</p> <p>M. Newman: Networks</p> <p>S. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Solide Kenntnis von Schulmathematik (Oberstufe) [Ableitungen, Matrizen und Vektoren]
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Portfolio oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung</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>

Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Portfolio oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar754 Modellierung komplexer Systeme
Semester / Dauer des Moduls	2. und 3. Fachsemester / 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommer- und Wintersemester SE Seminar Komplexe Systeme und Modellierung (3 KP) (WiSe / SoSe) VL/Ü/SE Spezielle Methoden der prozess- und systemorientierten Modellierung (3 KP oder 6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Feudel, Torio, Gross
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar, Projektarbeit
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Aktuelle Publikationen aus Fachzeitschriften, die in der Veranstaltung bekannt gegeben werden.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der mathematischen Modellierung

<p>Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:</p>	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Präsentation oder Hausarbeit oder Seminararbeit</p> <p><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.</p>
<p>Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte</p>	<p>Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung</p>
<p>Prüfungszeiten:</p>	<p>Präsentation oder Hausarbeit oder Seminararbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten</p>

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar755 Fluiddynamik I
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Fluiddynamik I (3KP) Ü Fluiddynamik I (3KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Joachim Peinke
Dozent/in/en/nen	Peinke
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>Fluiddynamik I (VL+Ü):</u> Grundgleichungen: Navier-Stokes-Gleichung, Kontinuitätsgleichung, Bernoulli-Gleichung; Wirbel- und Energiegleichungen; Laminare Flüsse und Stabilitätsanalyse; exakte Lösungen, Anwendungen.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar757 Fluiddynamik II
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 4. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Fluiddynamik II (3KP) Ü Fluiddynamik II (3KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Joachim Peinke
Dozent/in/en/nen	Friedrich, Peinke
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<u>Fluiddynamik II (VL+Ü):</u> Reynolds-Gleichung, Schließungsproblem und Schließungsansätze, Turbulenzmodelle: Kaskadenmodelle – Stochastische Modelle.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Vertrautheit im Umgang mit Rechnern, Matlab, Maple
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Referat nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Prozess- und Systemorientierte Modellierung
Modulbezeichnung	mar756 Hydrogeologische Modellierung
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Semester/ 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Master Landschaftsökologie
Veranstaltungen	Wintersemester VL/Ü Angewandte Modellierung von Wasser und Stofftransport im Grundwasser VL/Ü Hydrochemische Modellierung von Wasser-Gesteinswechselwirkungen mit PHREEQC (Blockkurs in der vorlesungsfreien Zeit)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Dr. Janek Greskowiak
Dozent/in/en/nen	Greskowiak
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	Vermittlung von Kenntnissen zur quantitativen Hydrogeologie (Hydraulik und Advektion-Dispersion). Erwerb der Fähigkeit einfache Grundwasserströmungs- und Transportmodelle aufzubauen Vermittlung von Kenntnissen zur quantitativen Hydrogeochemie. Erwerb der Fähigkeit zur hydrogeochemischen Modellierung
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien

Literatur	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Hydrogeologische Grundlagen
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Hausarbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Schwerpunkt statistische und stochastische Modellierung

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mar376 Statistische Ökologie
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Statistische Ökologie (2 SWS, 3 KP) Ü Statistische Ökologie (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	PD Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Freund
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Schätzung von Populationsanteilen, Capture-Recapture Experimente, Transekt- und Abstandsverfahren, Erfassung von Lebensgemeinschaften, Diversitätsindizes, Vergleich von Lebensgemeinschaften
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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:

	<p>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.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mar364 Zeitreihenanalyse
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Zeitreihenanalyse (3 KP) Ü Zeitreihenanalyse (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	PD Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Freund
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Charakteristika eines stochastischen Prozesses und deren Schätzer, Komponentenmodell, Trendbereinigung, spektrale Methoden, Filterung, lineare Prozesse, und nichtlineare Prozesse, Einbettungsverfahren, Kenngrößen der nichtlinearen Zeitreihenanalyse, symbolische Dynamik
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio <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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mar365 Stochastische Prozesse
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung (2 SWS, 3 KP) Ü Stochastische Prozesse und ihre Anwendungen in der Modellierung (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	PD Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Freund
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studenten 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	C.W. Gardiner: Handbook of stochastic methods: for

	<p>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.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	wir808 Multivariate Statistik
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Sustainability Economics and Management MSc Wirtschaft und Rechtswissenschaften
Veranstaltungen	Wintersemester VL Multivariate Statistik (3 KP) Ü Multivariate Statistik (3 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	PD Dr. Ralf Werner Stecking
Dozent/in/en/nen	Stecking, Rahmeier Seyffarth
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Lineare und Logistische Regressionsanalyse, Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Variablenselektion, Modellvalidierung.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Die Studierenden - kennen multivariate Analyseverfahren. - wählen diese zur datenbasierten Modellierung ökonomischer Fragestellungen aus den Bereichen Wirkungsanalyse, Prognose, Klassifikation und Segmentierung aus. - wenden diese an.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	K. Backhaus et al.: Multivariate Analysemethoden (14. Aufl.). Springer; 2015. H.P. Litz: Multivariate Statistische Methoden. Oldenbourg; 2000. J. Hartung & B. Elpelt: Multivariate Statistik. Oldenbourg; 2006. M. Berthold & D.J. Hand: Intelligent Data Analysis (2. Aufl.). Springer; 2010. I.H. Witten & E. Frank: Data Mining. Morgan Kaufmann; 2011.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.

<p>Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:</p>	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
<p>Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte</p>	<p>Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung</p>
<p>Prüfungszeiten:</p>	<p>In der Regel zum Ende der Veranstaltungszeit.</p>

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt mar760 Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mat843 Elemente Multivariater Statistik
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Mathematik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Multivariate Statistik (4,5 KP) Ü Multivariate Statistik (1,5 KP) (Achtung! Findet nicht jährlich statt!)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - 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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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

	<ul style="list-style-type: none"> - ie Studierenden beherrschen die multivariate Normalverteilung, lernen andere multivariate Verteilungen kennen und können Hauptkomponenten- und Faktoranalyse auf Daten anwenden und interpretieren.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Härdle, W., Simar, L. Applied multivariate statistical analysis. Springer.</p> <p>Benzécri, JP, Bellier, L.: L'analyse des données. Dunod.</p> <p>Jolliffe, I. Principal component analysis. Wiley</p> <p>Mardia, KV, Kent, JT, Bibby, JM. Multivariate analysis. Academic press</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab.
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mat837 Extremwertstatistik und Anwendungen
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Mathematik
Veranstaltungen	<p>Wintersemester VL Extremwertstatistik und Anwendungen (4,5 KP) (WiSe) Ü Extremwertstatistik und Anwendungen (1,5 KP) (WiSe)</p> <p>(Achtung! Findet nicht jährlich statt!)</p>
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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 Exponentialvtlg; Relevanz in EVT - Diagnostik: Mean-Excess Plot, Return Level Plot, Extremal-Index
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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

	<p>Projektcharakter</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Coles, S., et al. An introduction to statistical modeling of extreme values. Springer.</p> <p>Embrechts, P, Klüppelberg, C., Mikosch, T. Modelling extremal events: for insurance and finance. Springer</p> <p>McNeil, A.J., Frey, R., Embrechts, P. Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools. Princeton university press</p> <p>Reiss, R-D., Thomas, M. Statistical analysis of extreme values. Birkhäuser</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab, Stochastik I, Statistik I
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mat847 Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Mathematik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Robuste Statistik (4,5 KP) Ü Robuste Statistik (1,5 KP) (Achtung! Findet nicht jährlich statt!)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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

	<p>Algorithmen</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Hampel, F.M., Ronchetti, E.M., Rousseeuw, P.J., Stahel, W.A.: Robust Statistics: the approach based on influence functions. Wiley.</p> <p>Huber, P.J.: Robust Statistics. Wiley.</p> <p>Rieder, H.: Robust Asymptotic Statistics. Springer.</p> <p>Rousseeuw, P.J., Leroy A.M.: Robust regression and outlier detection. Wiley.</p> <p>Tukey, J.W.: Exploratory Data Analysis</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab, Stochastik I, Statistik I
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt mar760 Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mat839 Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsraummodelle
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Mathematik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Zeitreihenanalyse (4,5 KP) Ü Zeitreihenanalyse (1,5 KP) (Achtung! Findet nicht jährlich statt!)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <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
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien

Literatur	<p>Durbin, J., Koopman, S.J.: Time series analysis by state space methods. Oxford University Press.</p> <p>Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Time series: theory and methods. Springer.</p> <p>Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to time series and forecasting.</p> <p>Hamilton, J.D. Time series analysis. Princeton university press.</p> <p>Schlittgen, R., Streitberg, B. Zeitreihenanalyse. Oldenbourg.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab, Stochastik I, Statistik I
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u></p> <p>Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) 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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mat849 Statistische Algorithmen
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Mathematik
Veranstaltungen	Sommersemester VL Statistische Algorithmen (4,5 KP) Ü Statistische Algorithmen (1,5 KP) (Achtung! Findet nicht jährlich statt!)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Ruckdeschel
Dozent/in/en/nen	Ruckdeschel
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien zur Zufallszahlenerzeugung - Monte-Carlo Techniken: antithetische/Kontrollvariate, Rejection Sampling, Multilevel - Projection Pursuite - MCMC, Gibbs Sampling - Simulated Annealing - verschiedene Varianten des Bootstrap / subsampling - Regressionsbäume / CART - MARS - Ensemble Methoden: Bagging, Boosting
Lernergebnisse/Kompetenzen	<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 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab, Stochastik I, Statistik I, Statistik II
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Statistische und Stochastische Modellierung
Modulbezeichnung	mar768 Statistische Analyse
Semester / Dauer des Moduls	1. bis 4. Fachsemester / 1 bis 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Marine Umweltwissenschaften, MSc Physik
Veranstaltungen	<p>Winter- und Sommersemester Auswahl von Veranstaltungen von insgesamt 6KP SE Kolloquium: Komplexe Systeme und Modellierung (3 KP) VL, Ü, SE Spezielle Methoden der Statistischen und Stochastischen Modellierung (3 KP oder 6 KP) (WP) (WiSe oder SoSe) VL Machine learning in the environmental sciences (2 SWS, 3 KP) (SoSe) SE Machine learning in the environmental sciences (2 SWS, 3 KP) (SoSe) VL, Ü Practical Deep Learning in PyTorch (2+2 SWS, 3+3 KP) (WiSe)</p>
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	PD Dr. Jan Freund
Dozent/in/en/nen	Freund, Peppler-Lisbach, Ruckdeschel, Ryabov, Strodthoff, Lehrende des ZeSOB
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p><u>Spezielle Methoden der Statistischen / Stochastischen Modellierung (VL, Ü, S)</u> 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> Heranführung an aktuelle Themen in der Umweltmodellierung</p>

	<p><u>VL/Ü Machine learning in the environmental sciences</u> 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. (only Sommersemester)</p> <p><u>VL, Ü Practical Deep Learning in PyTorch</u> This lecture will provide a general introduction to modern deep learning methods with a particular emphasis on practical applicability. At the same time, the course will provide an introduction to the popular PyTorch Deep Learning framework while requiring only basic programming skills in Python. The course will cover a range of common machine learning tasks across different data modalities ranging from tabular data over Computer Vision (image classification, image segmentation) to time series and natural language processing. It will cover the most important model architectures in these domains ranging from convolutional neural networks over recurrent neural networks to transformers. The lecture will be accompanied by a tutorial class where students are supposed to acquire hands-on experience in working with PyTorch and are supposed to acquire the skills to apply Deep Learning methods in their respective fields of study.</p>
Lernergebnisse/ Kompetenzen	Die Studenten besitzen erweiterte Kenntnisse über Analyse- und Modellierungsmethoden von Umweltdaten.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Fachliteratur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Erfahrung im Umgang mit R oder Matlab. <u>VL, Ü Practical Deep Learning in PyTorch</u> Erfahrung im Umgang mit Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Referat

	<p>oder Hausarbeit 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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder alle anderen möglichen Prüfungsleistungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Schwerpunkt Modellierung großer Systeme

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf501 Umweltinformationssysteme
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Sommersemester VL+Ü Umweltinformationssysteme (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Dr. Ute Vogel-Sonnenschein
Dozent/in/en/nen	Vogel-Sonnenschein
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Umweltinformationssysteme stellen Informationen über den Zustand der Umwelt für Verwaltungen und öffentliche Einrichtungen, Unternehmen oder interessierte Bürger zur Verfügung. Die Erfassung, Speicherung und Auswertung dieser Informationen stellen auch aus Sicht der Informatik interessante Aufgaben dar. Im Rahmen der Vorlesung werden wir die einzelnen Schritte der Verarbeitung von Umweltinformationen untersuchen, d. h.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probleme der Datenerfassung und -aufbereitung betrachten, - Datenstrukturen und Datenbank-Konzepte für einen effizienten Zugriff auf die (üblicherweise) räumlichen Daten kennen lernen, - Verfahren zur Datenanalyse (insbesondere aus der Geostatistik und dem Data Mining) vorstellen, - ein Verfahren zur multikriteriellen Entscheidungsunterstützung einführen, sowie - das Konzept der Metadaten zur Unterstützung der Bereitstellung von Daten thematisieren.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Hörer und Hörerinnen des Moduls erhalten einen Überblick über die Phasen und wichtigen Aspekte der Verarbeitung von Umweltinformationen. Sie erhalten einen Überblick über verschiedene

	<p>Anwendungsbereiche der Bereitstellung und Verwendung von Umweltinformationen, insbesondere der Bereitstellung im Internet.</p> <p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden grundlegende Verarbeitungsalgorithmen zur Klassifikation von Daten und zur Aufbereitung von Daten an - vergleichen, beurteilen und entwerfen Datenstrukturen zur effizienten Speicherung räumlicher Daten - wenden grundlegende Funktionen eines Geo-Informationssystems an - beschreiben, bewerten und wenden grundlegende Verfahren des Data Mining an - beschreiben, bewerten und wenden grundlegende Verfahren der Geostatistik an - bewerten und wenden ein Verfahren der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung an <p><u>Methodenkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verwenden Geoinformationssysteme in Umweltanwendungen - nutzen Werkzeuge zum Data Mining zur Umweltdatenanalyse <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lösen kleine Aufgaben in Teams von 2-3 Studierenden - präsentieren und diskutieren Lösungen in der Gruppe <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reflektieren ihr Handeln unter der Berücksichtigung von den vorgestellten Methoden der Umweltinformatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Oliver Günther, Environmental Information Systems, Springer-Verlag, Berlin, 1998</p> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python, Grundlagen der Statistik/Stockastik
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) und mündliche Prüfung oder Portfolio

	<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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Dritte Woche nach Ende der Veranstaltungszeit Wiederholungsprüfungen vor Beginn des Folgesemesters

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf651 Betriebliche Umweltinformationssysteme I
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Sommersemester VL+Ü Betriebliche Umweltinformationssysteme I (BUIS) (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez
Dozent/in/en/nen	Marx Gomez, Solsbach
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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

	<p>Einbindung in das Umweltmanagement zu kennen und zu beherrschen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Einsatz von Standardsoftware für die Durchführung von Stoffstromanalysen.</p> <p>Im Rahmen dieser Veranstaltung werden folgende Themenkomplexe behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umweltmanagement als Grundlage der Nachhaltigkeit - Nachhaltigkeit und Stoffstrommanagement - Strategisches Umweltmanagement - Operatives Umweltmanagement - Ökocontrolling-Kreislauf - Charakterisierung Betrieblicher Umweltinformationssysteme - Architekturen Betrieblicher Umweltinformationssysteme - Standardsoftwaresysteme - Ökobilanzierungssysteme
<p>Lernergebnisse/Kompetenzen</p>	<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><u>Fachkompetenzen</u> 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><u>Methodenkompetenzen</u> 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><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - arbeiten in Gruppen und müssen so Arbeitspakete identifizieren und Verantwortlichkeiten wahrnehmen - präsentieren und diskutieren die eigenen (Teil-)Ergebnisse auf fachlicher Ebene

	<u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden: - reflektieren ihr Handeln unter der Berücksichtigung von den vorgestellten Methoden der Umweltinformatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur und fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) <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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf659 Betriebliche Umweltinformationssysteme II
Semester / Dauer des Moduls	3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Wintersemester VL+Ü Betriebliche Umweltinformationssysteme II (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez
Dozent/in/en/nen	Bremer-Rapp, Solsbach
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>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 Gefahrgutmanagement), sondern insbesondere auch bei der Minimierung von Emissionen und Abfall oder bei der Optimierung von Energie- und Ressourcenverbräuchen.</p> <p>Die Schwerpunkte des Moduls liegt auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden die praktische Auseinandersetzung mit aktuellen

	<p>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.</p> <p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden: - verfügen über umfassendes Wissen zum Thema Betriebliche Umweltinformationssysteme - kennen aktuelle Forschungsfragestellungen, Herausforderungen, relevante Anwendungen und Praxisprojekte</p> <p><u>Methodenkompetenzen</u> 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</p> <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden: - arbeiten in Gruppen und müssen so Arbeitspakete identifizieren und Verantwortlichkeiten wahrnehmen - präsentieren und diskutieren die eigenen (Teil-)Ergebnisse auf fachlicher Ebene</p> <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden: - nehmen Kritik an und verstehen sie als Vorschlag für die Weiterentwicklung des eigenen Handelns</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Marx Gómez, Jorge, Scholtz, Brenda (Hrsg.) (2016): Information Technology in Environmental Engineering. Springer International Publishing</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>Heck, P., Bemmann, U. (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement. Deutscher Wirtschaftsdienst.</p> <p>Rüdiger, C. (2000): Betriebliches Stoffstrommanagement. Deutscher Universitätsverlag.</p> <p>Möller, A. (2000): Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme. Projekt</p>

	Verlag. Rautenstrauch, C. (1999), Betriebliche Umweltinformationssysteme, Springer-Verlag, Berlin.
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung oder Hausarbeit oder Portfolio oder Referat <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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio oder Referat nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf511 Smart Grid Management
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Sommersemester VL+Ü Smart Grid Management (6 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff
Dozent/in/en/nen	Bremer, Lehnhoff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>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).</p> <p>Im Einzelnen sind dies:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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,

	<p>Leistungsflussrechnung, Fixpunktiterationsverfahren, Newton-Raphson-Methode, Spannungsabfall, Trafomodell)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intelligentes Netzmanagement (Smart Grids), Aggregationsformen, Ansätze des maschinellen Lernens)
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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.</p> <p>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 zur analysieren.</p> <p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p><u>Methodenkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - analysieren Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischen Energiesystemen

	<p>- verwenden weiterführende mathematische Methoden der Netzberechnung</p> <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden: - erarbeiten in Kleingruppen Lösungen zu gegebenen Problemen - diskutiert die eigenen Lösungen mit anderen</p> <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden: - reflektieren den eigenen Umgang mit der begrenzten Ressource Energie</p>
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Konstantin, P.; Praxisbuch Energiewirtschaft, Springer 2006</p> <p>Schwab, A.; Elektroenergiesysteme, Springer 2009</p> <p>Kirtley, J.L.; Electric Power Principles, John Wiley & Sons, 2010</p> <p>Gremmel, H.; ABB Schaltanlagen-Handbuch, Cornelsen 2007</p> <p>Lehnhoff, S.: Dezentrales vernetztes Energiemanagement, 2010</p> <p>Sutton, R.S.; Barto, A.G.: Reinforcement Learning, MIT Press 1998</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><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.</p>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten
Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung

Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf510 Energieinformationssysteme
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Wintersemester VL+ SE Energieinformationssysteme (6 KP)
Lehrsprache	Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff
Dozent/in/en/nen	Bremer, Lehnhoff
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Seminar
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Dieses Modul behandelt die Informatikgrundlagen zum Energiemanagement: Vermittlung von Kenntnissen zu den Anforderungen an Informationssysteme der Energieversorgung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Komponenten und Anforderungen dezentraler und regenerativer Energieerzeugung. Im Einzelnen sind dies</p> <ul style="list-style-type: none"> - Architekturtypen für Energieinformationssysteme, wie bspw. SOA, Seamless Integration Architecture (IEC TC 57), OPC-UA - Datenmodelle der Energiebranche unter Berücksichtigung vorhandener Standards und Normen (CIM, 61850) - Systematisierung von domänenspezifischen Anforderungen an Energieinformationssysteme durch eine einheitliche "Begriffswelt" (Ontologie) - Entwicklung, Analyse und Adaption von Referenzmodellen und -prozessen für die Energiewirtschaft - Verfahren und Techniken zur Unterstützung von Prozessen in der Energiewirtschaft - Verfahren und Algorithmen zur Entscheidungsunterstützung beim Einsatz dezentraler Energieerzeugungsanlagen - Kommunikation mit Anlagen in Smart Grids, insbesondere bzgl. Lastmanagement - Methoden zur abstrakten Modellierung und Simulation der Dynamik in

	Stromversorgungssystemen
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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.</p> <p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p><u>Methodenkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - diskutieren gemeinsam Lösungen aus dem Bereich des Energiemanagements - erstellen Use-Cases in Kleingruppen - präsentieren ihre Lösungen <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reflektieren ihr Handeln durch geeignete Strukturierung und Zerlegung von Systemen - reflektieren den eigenen Umgang mit der begrenzten Ressource Energie
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>Crastan V.: "Elektrische Energieversorgung II", Springer 2004</p> <p>Heuck K., Dettman K. D., Schulz D.: "Elektrische Energieversorgung I", 7. Aufl., Vieweg 2007</p> <p>Konstantin, P.: „Praxisbuch Energiewirtschaft“, Springer 2006</p> <p>Schwab, A.: „Elektroenergiesysteme“, Springer 2009</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python

<p>Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:</p>	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Referat oder Hausarbeit</p> <p><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.</p>
<p>Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte</p>	<p>Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung</p>
<p>Prüfungszeiten:</p>	<p>Referat oder Hausarbeit nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten</p>

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf535 Computational Intelligence I
Semester / Dauer des Moduls	1. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Wintersemester VL+Ü Evolution Strategies (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Oliver Kramer
Dozent/in/en/nen	Kramer
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>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.</p> <p>Die Inhalte der Vorlesung umfassen im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Optimierung - genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien - Parametersteuerung und Selbstadaptation - Laufzeitanalyse - Schwarmalgorithmen - restringierte Optimierung - Mehrzieloptimierung - Meta-Modelle
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.

	<p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - erkennen Optimierungsprobleme - implementieren einfache Algorithmen der heuristischen Optimierung - diskutieren kritisch Lösungsansätze und Methodenauswahl - vertiefen bekannte Kenntnisse aus Analysis und linearer Algebra <p><u>Methodenkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vertiefen Programmierkenntnisse - wenden Modellierungsfähigkeiten an - lernen den Zusammenhang zwischen Problemklasse und Methodenauswahl <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - implementieren gemeinsam in der Vorlesung vorgestellte Algorithmen - evaluieren eigene Lösungen und vergleichen diese mit denen Ihrer Kommilitonen <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>EIBEN, A. E.; SMITH, J. E.: Introduction to Evolutionary Computing. Springer, 2003.</p> <p>KENNEDY, J.; EBERHART, R.C.; YUHUI, S.: Swarm Intelligence. Morgan Kaufmann, 2001.</p> <p>KRAMER, O.: Computational Intelligence. Springer, 2009.</p> <p>RUTKOWSKI, L.: Computational Intelligence - Methods and Techniques. Springer, 2008.</p> <p>ROJAS, R.: Theorie der neuronalen Netze: Eine systematische Einführung. Springer, 1993.</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python, Grundlagen der Statistik
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p><u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder mündliche Prüfung</p> <p><u>Aktive Teilnahme</u></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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf536 Computational Intelligence II
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 4. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Sommersemester VL+Ü Convolutional Neural Networks (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Oliver Kramer
Dozent/in/en/nen	Kramer
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<p>Das Gebiet der Computational Intelligence umfasst intelligente und lernfähige Verfahren zur Optimierung, Steuerung und Datenanalyse. Schwerpunkt der Lehrveranstaltung „Computational Intelligence II“ sind Methoden des maschinellen Lernens. Analyse und Verständnis von Daten nehmen in unserer Informationsgesellschaft einen hohen Stellenwert ein, Verfahren der statistischen Datenanalyse sind dabei oft unverzichtbar. In der Lehrveranstaltung werden wichtige Methoden des maschinellen Lernens vermittelt. Dazu gehören insbesondere Verfahren zur Klassifikation und Regression, zum Clustern und zur Dimensionsreduktion. Statistische Grundlagen werden in der Vorlesung genauso vermittelt wie spezielle mathematische Techniken wie Matrix-Formulierung von Problem und Techniken der Optimierung.</p> <p>In den Übungen werden praktische Aspekte der Implementierung, Anwendung und Parametrisierung der Verfahren anhand beispielhafter Aufgabenstellungen trainiert.</p> <p>Die Inhalte der Vorlesung umfassen im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsbäume - Kreuzvalidierung, Overfitting und Modellkomplexität - lineare und multivariate Regression - Support Vector Machines zur Klassifikation und Regression - K-Means - dichte-basierte Clustern: DBSCAN und

	<p>Kernrichteclustering</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unüberwachte Regression - Local Linear Embedding - ISOMAP
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>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 des maschinellen Lernens von den Studierenden selbst erkannt, modelliert und die Methoden zielsicher eingesetzt werden.</p> <p><u>Fachkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - erkennen Probleme des maschinellen Lernens - implementieren einfache Algorithmen des maschinellen Lernens - wenden bekannten Bibliotheken des maschinellen Lernens an - diskutieren kritisch Lösungsansätze und Methodenauswahl - vertiefen bekannte Kenntnisse aus Analysis und linearer Algebra <p><u>Methodenkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vertiefen Programmierkenntnisse - wenden Modellierungsfähigkeiten an - lernen den Zusammenhang zwischen Problemklasse und Methodenauswahl <p><u>Sozialkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - implementieren gemeinsam in der Vorlesung vorgestellte Algorithmen - evaluieren eigene Lösungen und vergleichen diese mit denen Ihrer Kommilitonen <p><u>Selbstkompetenzen</u> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<p>BISHOP, C.M.: Pattern Recognition and Machine Learning. Springer 2007.</p> <p>HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., FRIEDMAN, J.H.: The Elements of Statistical Learning, Springer 2009</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine

Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<p>1 benotete Prüfungsleistung</p> <p>Klausur</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>
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder mündliche Prüfung nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	mar779 Computerorientierte Physik
Semester / Dauer des Moduls	3. Fachsemester / 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik, MSc Physik, MSc Engineering Physics, MSc Sustainability Economics and Management, PPRE
Veranstaltungen	Wintersemester VL+Ü Computerorientierte Physik (6 KP)
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Hartmann
Dozent/in/en/nen	Hartmann
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.

Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	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)
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse einer objektorientierten Programmiersprache wie Java oder Python
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Klausur oder fachpraktische Übung (testierte Übungsaufgaben) oder mündliche Prüfung oder Portfolio <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.
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Klausur am Ende der Veranstaltungszeit oder fachpraktische Übungen oder mündliche Prüfung oder Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf810 Spezielle Themen der Informatik I
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 3. Fachsemester / 1 oder 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik
Veranstaltungen	Winter oder Sommersemester 4 SWS aus VL, Ü, SE, P, PR (Auswahl aus unterschiedliche Lehrveranstaltungen; diese sind dem aktuellen Lehrangebot in StudIP zu entnehmen und können nach Rücksprache mit dem Modulverantwortlichen belegt werden.)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez
Dozent/in/en/nen	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik - transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebietenerkennen - bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und - setzen diese sachangemessen ein <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<p>wissenschaftlicher Literatur</p> <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kooperieren im Team <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf811 Spezielle Themen der Informatik II
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 3. Fachsemester / 1 oder 2 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik
Veranstaltungen	Winter oder Sommersemester 4 SWS aus VL, Ü, SE, P, PR (Auswahl aus unterschiedliche Lehrveranstaltungen; diese sind dem aktuellen Lehrangebot in StudIP zu entnehmen und können nach Rücksprache mit dem Modulverantwortlichen belegt werden.)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez, Prof. Dr. Martin Georg Fränzle
Dozent/in/en/nen	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik - transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebietenerkennen - bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und - setzen diese sachangemessen ein <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<ul style="list-style-type: none"> - untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kooperieren im Team <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Portfolio oder Referat oder mündliche Prüfung oder Klausur nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf812 Aktuelle Themen Informatik I
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik
Veranstaltungen	Winter oder Sommersemester 2 SWS aus VL, Ü, SE, P, PR (Auswahl aus unterschiedliche Lehrveranstaltungen; diese sind dem aktuellen Lehrangebot in StudIP zu entnehmen und können nach Rücksprache mit dem Modulverantwortlichen belegt werden.)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez, Prof. Dr. Martin Georg Fränzle
Dozent/in/en/nen	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	3 KP
Modulinhalt	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik - transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebietenerkennen - bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und - setzen diese sachangemessen ein <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<ul style="list-style-type: none"> - untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kooperieren im Team <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Portfolio
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	MSc Umweltmodellierung
Bereich	Schwerpunkt Modellierung großer Systeme
Modulbezeichnung	inf813 Aktuelle Themen Informatik II
Semester / Dauer des Moduls	2. oder 3. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik
Veranstaltungen	Winter oder Sommersemester 2 SWS aus VL, Ü, SE, P, PR (Auswahl aus unterschiedliche Lehrveranstaltungen; diese sind dem aktuellen Lehrangebot in StudIP zu entnehmen und können nach Rücksprache mit dem Modulverantwortlichen belegt werden.)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jorge Marx Gomez, Prof. Dr. Martin Georg Fränzle
Dozent/in/en/nen	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung, Seminar, Praktikum
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	3 KP
Modulinhalt	Je nach zugeordneter Lehrveranstaltung
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Das Modul hat zum Ziel aktuelle Entwicklungen in der Informatik in den jeweils angemessenen Lehrveranstaltungsformen in das Studium der Wirtschaftsinformatik zu integrieren.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen neuere technische oder wissenschaftliche Entwicklungen der Informatik - transferieren Informatik-Methoden und -Vorgehensmodelle auf die Anforderungen von IT-Anwendungsgebietenerkennen - bewerten die Möglichkeiten und Grenzen informatischer Verfahren und Werkzeuge und - setzen diese sachangemessen ein <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

	<ul style="list-style-type: none"> - untersuchen Probleme anhand technischer und wissenschaftlicher Literatur <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kooperieren im Team <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - planen ihr eigenständiges Vorgehen in der Informatik
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	Werden in der zugeordneten Lehrveranstaltung bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine
Nützliche Vorkenntnisse	Keine
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	<u>1 benotete Prüfungsleistung</u> Portfolio
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Portfolio nach Maßgabe der Dozentin oder des Dozenten

Studiengang/Abschluss	Master Umweltmodellierung
Bereich	Basiskompetenzen
Modulbezeichnung	inf006 Softwaretechnik II
Semester / Dauer des Moduls	2. Fachsemester / 1 Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	Bachelor Informatik, Bachelor Wirtschaftsinformatik, MSc Informatik, MSc Wirtschaftsinformatik
Veranstaltungen	Wintersemester VL Softwaretechnik II (2 SWS, 3 KP) Ü Softwaretechnik II (2 SWS, 3 KP)
Lehrsprache	Deutsch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Winter
Dozent/in/en/nen	Schmalriede, Winter
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h
Lern-/Lehrform	Vorlesung, Übung
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Systembegriff - iterative und agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung - Projektplanung, Kosten- und Aufwandsschätzung - Methoden, Techniken und Werkzeuge zur Anforderungserhebung - Techniken zur Entwicklung und Beschreibung von Software-Architektur - Messung und Bewertung von Softwaresystemen - erweiterte Techniken der Modellierung, Metamodellierung, Domänen-spezifische Sprachen - Modell-basierte Entwicklung - Methoden und Techniken der Software-Evolution
Lernergebnisse/Kompetenzen	<p>Ziel des Moduls Softwaretechnik II ist die Vertiefung der in dem Modul Softwaretechnik behandelten Themen. Hierzu werden spezielle Themen der Softwaretechnik behandelt und anhand aktueller wissenschaftlicher Publikationen vertieft und diskutiert. Im Vorlesungsteil werden Methoden und Techniken der Softwaretechnik vorgestellt, die im Seminarteil durch die Aufbereitung passender wissenschaftlicher und praktischer, aktueller Arbeiten detailliert werden.</p> <p>Fachkompetenzen Die Studierenden:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - vertiefen Methoden und Techniken der Softwaretechnik - wenden Methoden und Techniken der Softwaretechnik gezielt an - differenzieren Techniken zur Entwicklung von Software-Systemen - diskutieren Themen der Softwaretechnik - planen Software-Systeme mit geeigneten Methoden - lösen selbständig softwaretechnische Probleme - reflektieren selbständig erstellte Lösungen von softwaretechnische Problemen und präsentieren diese geeignet <p>Methodenkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - strukturieren Problemstellung mit Modellierungstechniken - erarbeiten sich aktuelle Methoden der Softwaretechnik - präsentieren softwaretechnische Lösungsansätze - verfassen selbständig wissenschaftliche Texte <p>Sozialkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären und diskutieren softwaretechnische Lösungsansätze in ihrer praktischen Verwendung - nehmen Kritik an und verstehen diese als Hilfestellung <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
Medienformen	Beamer, Computer, Tafel, Folien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - an Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley Longman, Amsterdam, 10. Ed. 2012 - Jochen Ludewig, Horst Lichter: Software Engineering, dpunkt.verlag, 3. Auflage 2013 - Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2009 - Chris Rupp, Stefan Queins: UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung, Carl Hanser Verlag, 4. Auflage 2012 <p>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.)</p>
Teilnahmevoraussetzung(en)	Keine

Nützliche Vorkenntnisse	inf005 Softwaretechnik I
Zu erbringende Leistungen/Prüfungsform:	1 benotete Prüfungsleistung Portfolio (30 Minuten Vortrag, 4 Seiten Ausarbeitung (IEEE) und mündl. Prüfung)
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Nach allgemeinen Standards als ausreichend zu bewertende Prüfungsleistung
Prüfungszeiten:	Am Ende der Vorlesungszeit oder begleitend zum Veranstaltungsbetrieb (bei Portfolio)

Praxis-Seminar Modellierungsstudie

Studiengang	MSc Umweltmodellierung
Modulbezeichnung	mar780 Praxis-Seminar Modellierungsstudie
Semester / Dauer des Moduls	3. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	keine
Veranstaltungen	Wintersemester und Sommersemester 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
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Lehrende des Studiengangs
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 124
Lern-/Lehrform	SE, Ü
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	6 KP
Modulinhalt	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.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Literatur	Wird je nach Themenstellung individuell festgelegt, im Allgemeinen sind dies aktuelle Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften
Teilnahmevoraussetzung(en)	mindestens 6 KP im Schwerpunktfach bzw. Ergänzungsbereich müssen nachgewiesen sein
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse von Modellierungstechniken

Zu erbringende Studien- und Prüfungsleistungen	1 benotete Prüfungsleistung: Hausarbeit oder fachpraktische Übung oder Seminararbeit oder Praktikumsbericht oder Portfolio
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Qualität der wissenschaftlichen Leistung

Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt

Studiengang	Umweltmodellierung
Modulbezeichnung	mar800 Kontaktpraktikum/Forschungsprojekt
Semester / Dauer des Moduls	3. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	keine
Veranstaltungen	Wintersemester und/oder Sommersemester 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
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Lehrende des Studiengangs
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 304 h
Lern-/Lehrform	SE, Ü
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	12 KP
Modulinhalt	<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</p>

	ein Betreuer im Studiengang prüfungsberechtigt sein.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Literatur	Wird je nach Themenstellung individuell festgelegt, im Allgemeinen sind dies aktuelle Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften
Teilnahmevoraussetzung(en)	mindestens 12 KP im Schwerpunktfach bzw. Ergänzungsbereich müssen nachgewiesen sein
Nützliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Modellierungstechniken
Zu erbringende Studien- und Prüfungsleistungen	1 benotete Prüfungsleistung Referat oder Hausarbeit oder fachpraktische Übung oder Seminararbeit oder Praktikumsbericht oder Portfolio, zu allen Prüfungsformen gehört eine öffentliche Präsentation mit Diskussion
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Qualität der wissenschaftlichen Leistung

Abschlussmodul: Master-Arbeit

Studiengang	MSc Umweltmodellierung
Modulbezeichnung	Abschlussmodul: Master-Arbeit
Semester / Dauer des Moduls	4. Semester
Zuordnung zu weiteren Studiengängen/Curricula	keine
Veranstaltungen	keine
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrike Feudel
Dozent/in/en/nen	Lehrende des Studiengangs
Arbeitsaufwand	Kontaktzeit: 56 Stunden, Selbststudium: 844 Stunden
Lern-/Lehrform	Master-Arbeit Seminar zur Master-Arbeit
Erreichbare Kreditpunkte/ECTS	30 KP (27 + 3 KP)
Modulinhalt	Die Inhalte sind variabel und betreffen aktuelle Forschungsfragen, die auf hohem wissenschaftlichem Niveau bearbeitet werden.
Lernergebnisse/Kompetenzen	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.
Literatur	Wechselnd in Abhängigkeit der spezifischen Themenstellung. Neben der Literatur sind in der Regel auch weitere Informationsquellen zu erschließen und auszuwerten
Teilnahmevoraussetzung(en)	Regelungen gem. Prüfungsordnung
Nützliche Vorkenntnisse	Kenntnisse in Modellierungstechniken
Zu erbringende Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung, im Seminar öffentlicher Vortrag mit Diskussion möglichst auf Englisch über Zielsetzung und Ergebnisse der Arbeit
Kriterien zur Erreichung der Notenpunkte	Regelungen gem. Prüfungsordnung. Qualität der wissenschaftlichen Leistung und schriftlichen Ausarbeitung (90 %), Bewertung des Abschlusskolloquiums (10 %)