

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Modulhandbuch  
für den Bachelor of Science  
in Umweltwissenschaften

Institut für Physik  
in Zusammenarbeit mit  
Fachrichtung Biologie  
Institut für Biochemie  
Institut für Geologie und Geographie  
Institut für Mathematik

Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät  
Bereich Rechtswissenschaften  
Bereich Wirtschaftswissenschaften

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Tabellarische Übersicht über Module und Prüfungsfächer</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Beschreibung der Basismodule</b>	
2.1	Einführung in die Probleme der Umweltwissenschaften .....	4
2.2	Mathematik .....	5
2.3	Physik .....	6
2.4	Chemie .....	7
2.5	Biologie .....	8
2.6	Einführung in die Geologie.....	10
<b>3.</b>	<b>Beschreibung der Fachmodule</b>	
3.1	Physikalische Chemie .....	11
3.2	Umweltchemie .....	13
3.3	Umweltanalytik.....	14
3.4	Physikalische Modellbildung .....	15
3.5	Umweltphysik.....	17
3.6	Geowissenschaften I oder II	
3.6.1	Geowissenschaften I.....	18
3.6.2	Geowissenschaften II.....	19
3.7	Rechtswissenschaften I .....	20
3.8	Rechtswissenschaften II .....	22
3.9	Biochemie/Ökologie .....	23
3.10	Wirtschaftswissenschaften I.....	24
3.11	Wirtschaftswissenschaften II.....	25
<b>4.</b>	<b>Beschreibung der Spezialisierungs- und Projektmodule</b>	
4.1	Spezialisierung - Alternativen	
4.1.1	Umweltmikrobiologie.....	26
4.1.2.	Molekulare Umweltmikrobiologie .....	28
4.1.3.	Umwelthydrogeologie .....	30
4.1.4.	Angewandte Geophysik .....	31
4.1.5.	Georessourcennutzung.....	32
4.1.6.	Molekulare Modelle der Umweltchemie .....	33
4.1.7	Kern- und Plasmaphysik für Umweltwissenschaftler.....	34
4.1.8.	Wahlveranstaltungen .....	35
4.2	Betriebs- oder Laborpraktikum.....	36
4.3	Forschungs-Projekt.....	36
4.4	Bachelor-Arbeit .....	36

# 1. Tabellarische Übersicht über Module und Prüfungsfächer

Sem.- Semester, SWS - Semesterwochenstunden, RPT - Regelprüfungstermine (Semester), PrA - Prüfungsart, LP - Leistungspunkte, V - Vorlesung, Ü - Übung, P - Praktikum, S - Seminar, KL - Klausur, PR - Protokolle, MP – mündliche Prüfung, ÜS - Übungsschein, AW - Anwesenheitsnachweis, VS - Vorträge in Seminaren, PA - Projektarbeit, BA - Bachelorarbeit,

Basismodule	Lehrveranstaltungen	Art	Sem.	SWS	LP	RPT: PrA bzw. AW
Einführung in die Probleme der UW	Ringvorlesung	V	1.	2	2	1.Sem.: AW
Mathematik	Mathematik I Mathematik II	V / Ü V / Ü	1. 2.	4 4	10	1.Sem.: ÜS 2.Sem.: KL
Physik	Experimentalphysik I Experimentalphysik II Physikalisches Praktikum	V / Ü V / Ü P / S	1. 2. 1.+ 2.	4 4 4	16	1.Sem.: KL 2.Sem.: ÜS 1.+2.Sem.: PR
Chemie	Allg. und Anorg. Chemie Chemische Gleichgewichte I Chemische Gleichgewichte II	V V V	1. 1. 2.	4 1 1	14	2.Sem.: KL
	Qualitative Analyse Quantitative Anorg. Analyse Rechenüb. Quantitative Analytik	P / Ü P / Ü S	1. 2. 2.	3 3 1		1.+2.Sem.: PR
Biologie	Ökologie Allgem. und Spez. Mikrobiologie	V V	2. 3.	3 3	7	3.Sem.: KL
Einführung in die Geologie	Allgemeine Geologie Geomorphologie	V V	1. 1.	3 2	6	1.Sem.: KL
<b>Fachmodule</b>						
Physikalische Chemie	Physikalische Chemie I Physikalische Chemie II Praktikum	V/S V/S P/Ü	2. 3. 2.+ 3.	3 3 2,5	12	3.Sem.: KL 2.+3.Sem.: PR
Umweltchemie	Organische Chemie Grundlagen der Umweltanalytik	V / Ü V	3. 4.	4 2	7	4.Sem.: KL
Umweltanalytik	Instrum. Analytik/Umweltanalytik Praktikum	V P	5. 5.	2 2	5	5.Sem.: KL 5.Sem.: PR
Physikalische Modellbildung	Statistische Methoden Comp.-Simulations-Praktikum	V / Ü P	4. 4.	2 2	12	4.Sem.: AW 4.Sem.: PR
	Struktur der Materie Theoretische Modelle	V V	4. 5.	2 2		5.Sem.: KL
Umweltphysik	Umweltphysik Seminar Umweltphysik Praktikum Umweltphysik	V S P	5.+ 6. 5.+ 6. 5.	2 1 2	11	6.Sem.: KL 6.Sem.: VS 5.Sem.: PR
alternativ Geowissenschaften I	Grundwasserdynamik Geophysik	V / Ü V	3. 3.	3 2	5	3.Sem.: KL
alternativ Geowissenschaften II	Geochemie Grundwasserbeschaffenheit Marine Geochemie	V V / Ü V	4. 4. 4.	2 2 1	5	4.Sem.: KL
Rechtswissenschaften I	Öffentliches Recht I Kolloquium zum Öffentl. Recht Allgemeines Verwaltungsrecht	V Ü V	3. 3. 4.	2 2 2	9	4.Sem.: KL

Rechtswissenschaften II	Umweltverwaltungsrecht	V	5.	3	5	5.Sem.: KL
Biochemie / Ökologie	Biochemie	V	4.	4	8	5.Sem.: KL
	Ökologie der Mikroorganismen II	V	5.	4		
Wirtschaftswissenschaften I	Volkswirtschaftslehre	V / Ü	2.	3	11	3.Sem.: KL
	Mikroökonomie	V / Ü	3.	6		
Wirtschaftswissenschaften II	Umweltökonomie	V	4.	2	7	4.Sem.: KL
	Betriebswirtschaftslehre	V / Ü	5.	3		5.Sem.: AW
<b>Spez.- und Projektmodule</b>						
Spezialisierung (alternativ) Umweltmikrobiologie	Grundlagen und Techniken der Mikroskopie	V	WS.	1	8	6.Sem.: KL
	Meeresverschmutzung	V	SS.	1		
	Trink-, Brauch- und Abwassermikrobiologie	V	SS	1		
	Mikrobieller Abbau von Natur- und Fremdstoffen	V	SS	1		
	Angewandte Mikrobiologie	S	SS	2		
Spezialisierung (alternativ) Molekulare Umweltmikrobiologie	Einführung in die molekulare Ökologie der Mikroorganismen	V	SS	2	8	6.Sem.: KL
	Methoden der mikrobiellen Gewässerökologie	V / Ü	SS	2		
	Mikroskalige Methoden	V	SS	2		
	Mikrotechniken und -sensoren	V	SS	2		
	Molekulare Grundlagen mikrobieller Interaktionen	V	SS	2		
Spezialisierung (alternativ) Umwelthydrogeologie	Grundwasser und Umwelt	V / Ü	SS	3	8	6.Sem.: ÜS
	Grundwassermodellierung	V / Ü	SS	3		
Spezialisierung (alternativ) Angewandte Geophysik	Angewandte Geophysik	V / Ü	SS	4	8	6.Sem.: ÜS
	Computer-Geophysik	V	SS	2		
Spezialisierung (alternativ) Georessourcennutzung	Ökonomische Geologie von Gesteinen und Mineralien	V	SS	2	8	6.Sem.: KL
	Ton- und Bodenmineralogie	V / Ü	SS	4		
Spezialisierung (alternativ) Molekulare Modelle der Umweltchemie	Grundlagen des Molecular Modelling	V	SS	2	8	6.Sem.: MP
	Einf. in die Benutzung von Molecular Modelling Progr.	S	SS	2		6.Sem.: PR
	Praktikum Computer-Berechn. an umweltrelevanten molekularen Systemen	P	SS	2		
Spezialisierung (alternativ) Kern- und Plasmaphysik für Umweltwissenschaftler	Kernphysik	V/Ü	WS	3	8	6. Sem.: ÜS
	Plasmaphysik	V/Ü	SS	3		6.Sem.: ÜS
Spezialisierung (alternativ) Wahlveranstaltungen	nach Wahl				8	6.Sem.: je nach Wahlveranstaltung
Betriebs- oder Laborpraktikum		P	SS	6	5	6.Sem.: PA
Forschungsprojekt		P	5.+ 6.	3	8	6.Sem.: PA
Bachelor-Arbeit			6.	gesamt 360h	12	6.Sem.: BA

## 2. Beschreibung der Basismodule

### 2.1 Einführung in die Probleme der Umweltwissenschaften

**Verantwortliche/r** Prüfungsausschussvorsitzender  
**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Universität

#### Modulziele

Überblick über Umweltprobleme und Lösungsansätze aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Wissenschaftszweige.

#### Modulinhalte

Einführung in den Studiengang	Institut für Physik
Einführung in die Problematik der Umweltphysik	Institut für Physik
Einführung in die Problematik der Umweltchemie / Umweltanalytik	Institut für Biochemie
Einführung in die Problematik der Hydrologie / Umweltgeologie	Geowissenschaften
Einführung in die Problematik der Geo-Ressourcennutzung	Geowissenschaften
Einführung in die Problematik der Trink- und Abwassermikrobiologie	Fachrichtung Biologie
Einführung in die Problematik der Molekularen Umweltmikrobiologie	Fachrichtung Biologie
Einführung in die Problematik der Klima-Modelle	Institut für Physik
Einführung in die Problematik des Umweltrechtes	Rechtswissenschaften
Einführung in die Problematik der Energieversorgung der Zukunft	Institut für Physik
Einführung in die Recherche in Katalogen und Datenbanken	Universitätsbibliothek

#### Lehrveranstaltungen

Einführung in die Probleme der Umweltwissenschaften V 2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 60 h, 2 LP

**Leistungsnachweise** Anwesenheitsnachweis

**Einordnung / Dauer** beginnend im 1. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine

## 2.2. Mathematik

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Biomathematik, Institut für Mathematik und Informatik

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Mathematik und Informatik

### Modulziele

Kenntnisse über arithmetisch-algebraische Strukturen.

Befähigung zum Rechnen mit komplexen Zahlen, zum Abzählen einfacher algebraischer Strukturen und zur Lösung linearer Gleichungssysteme.

Beherrschung der Regeln der Matrizenrechnung über beliebige Körper.

Kenntnisse über analytische Strukturen.

Befähigung zur Berechnung elementarer Reihen, Bestimmung ihrer Konvergenz und Anwendung auf dynamische Prozesse.

Befähigung zur Unterscheidung stetiger und diskreter Prozesse.

Differenzieren und Integrieren und ihre Anwendung zur numerischen Beherrschung ausgewählter Aufgaben sowie Lösungsstrategien für einfache Differentialgleichungen.

### Modulinhalte

Mathematik I

Zahlen, elementare Kombinatorik, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Vektoren, lineare Operatoren, Eigenwerte, Orthogonalität.

Mathematik II

Folgen und Reihen, Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, partielle Ableitungen, Interpolation und Approximation, Taylorreihen, Extremwerte, Integralrechnung, numerische Integration, einfache Differentialgleichungen.

### Empfohlene Literatur

Kemnitz, A.: *Mathematik zu Studienbeginn*.

Reinsch, E.A.: *Mathematik für Chemiker*.

Bold, E.: *Mathematik in der Biologie*.

### Lehrveranstaltungen

Mathematik I	V / Ü	4 SWS
Mathematik II	V / Ü	4 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 300 h 10 LP

**Leistungsnachweise** 90minütige Klausur zu Mathematik I, Übungsschein zu Mathematik II

**Einordnung / Dauer** beginnend im 1. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine

## 2.3. Physik

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Weiche Materie, Institut für Physik

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Physik

### Modulziele

Kenntnis grundlegender Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Mechanik, der Wärmelehre, der klassischen Elektrizitätslehre, der geometrischen Optik, der Wellenphysik/Wellenoptik, der Quantenphysik und der Kernphysik, Befähigung zur selbständigen Lösung von Aufgaben.

Vertieftes Verständnis der in der Vorlesung vermittelten Zusammenhänge durch physikalische Experimente, Kenntnis grundlegender Experimentiertechniken, Methoden der Datenanalyse und Regeln der Protokollführung sowie der Gestaltung von Vorträgen, kritische Bewertung von Experimenten.

### Modulinhalte

Experimentalphysik I / Mechanik

Physikalische Größen und Gleichungen, Kinematik und Dynamik des Massepunktes, Kräfte, Arbeit, Leistung, Energie, Erhaltungssätze, Impuls und Drehimpuls, Drehbewegung starrer Körper, mechanische Schwingungen, elastische Eigenschaften fester Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik.

Experimentalphysik I / Wärmelehre

Physikalische Größen der Wärmelehre, thermische Ausdehnung und Temperaturskalen, Wärme, Wärmetransport, ideale u. reale Gase, Hauptsätze der Wärmelehre, Kreisprozesse, Wärmekraftmaschinen, Aggregatzustände und Phasenumwandlungen, kinet. Wärmetheorie, Gleichverteilungssatz.

Experimentalphysik II / Elektrizitätslehre

Elektrische Ladungen und Felder, Coulombsches Gesetz, Influenz, Kondensator, Leiter/Nichtleiter im elektr. Feld, Energie und Kraftwirkung elektrische Felder, stationärer Strom, Leitfähigkeit, Widerstand, Kirchhoffsche Regeln, Eigenschaften des Magnetfeldes stationärer Ströme, magnet. Fluss, Lorentzkraft, Induktionsgesetz und Lenzsche Regel, Magnetfelder in Materie, Energie und Kraftwirkung magnet. Felder, Wechselstrom und elektrische Schwingungen, Maxwellsche Gleichungen.

Experimentalphysik II / Akustik und Optik

Longitudinale u. transversale Wellen, Schallwellen, Interferenzen von Wellen, stehende Wellen, Frequenzanalyse, Phasen-/Gruppengeschwindigkeit, Satz von Fermat, Reflexion u. Brechung, geometrische Optik, Linsengesetze, Mikroskop, elektromagn. Wellen, Beugung u. Polarisation von Licht.

Physikalisches Praktikum

Experimente zu den Gebieten der Experimentalphysik I / II

### Empfohlene Literatur

Stuart H.A., Klages, G.: *Kurzlehrbuch der Physik*. Springer-Verlag

Haas, U.: *Physik für Pharmazeuten und Mediziner*. Wiss. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Pelte, D.: *Physik für Biologen*. Springer-Lehrbuch

Hellenthal, H.: *Physik*. Thieme-Verlag

Tipler, P.A., Mosca, G., Pelte, D.: *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure*. Spektr. Akadem. Verlag

**Lehrveranstaltungen**

Experimentalphysik I	V / Ü	4 SWS
Experimentalphysik II	V / Ü	4 SWS
Physikalisches Praktikum über 2 Semester	P / S	4 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 480 h 16 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur zu Experimentalphysik I, Übungsschein zu Experimentalphysik II, Versuchsprotokolle/Testate zum Physikalischem Praktikum

schen

**Einordnung / Dauer** beginnend im 1. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine



## 2.4. Chemie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Analytische und Umweltchemie, Institut für Biochemie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Biochemie

### Modulziele

Grundlegendes Wissen über den Aufbau der Stoffe, chemische Bindungen, Ursache und Ablauf chemischer Reaktionen, Klassifizierung chemischer Reaktionen, Basistypen umwelt-relevanter anorganischer Stoffe und Erkennung von Stoffen und Abschätzung ihrer Eigenschaften und Reaktivität.

Befähigung zur Erkennung, chem. Beschreibung und quantitativen Berechnung von Säure-Base-Gleichgewichten. Vermittlung der Grundlagen der entsprechenden klassischen Analyseverfahren.

Befähigung zur Erkennung, chemischen Beschreibung und quantitativen Berechnung von Fällungs- und Redox-Gleichgewichten in der Umweltchemie. Vermittlung der theoretischen Grundlagen der entsprechenden klassischen Analyseverfahren. Theoretische Vermittlung potentiometrischer Messungen, insbesondere pH-Messungen.

Erwerb der Fähigkeit, quantitative chemische Analysen durchführen zu können und diese auf der Grundlage der Chemischen Gleichgewichte zu verstehen, insbes. von Säure-Base-, Komplex-, Fällungs- und Redox-Titrationen.

### Modulinhalte

Allgemeine und Anorganische Chemie

Periodensystem der Elemente, Aufbau und Zusammenhalt von Atomen, Molekülen und aggregierten Systemen, elementare Reaktionstypen von Ionen u. Molekülen, Vorkommen, Eigenschaften, Gewinnung und Verwendung wichtiger Elemente und anorganisch-chemischer Stoffe bzw. Stoffgruppen.

Chemische Gleichgewichte I

Säure-Base- und Komplex-Gleichgewichte, Säure-Base-Theorien, pH-log-c-Diagramme, pH-Berechnungen, Puffer, Säure-Base-Titrationen einschl. Fehlerberechnungen, Chelate, Chelateffekt, effektive Stabilitätskonstanten, komplexometrische Titrationen.

Chemische Gleichgewichte II

Fällungs-, Redox-Gleichgewichte; Potentiometrie, insbesondere pH-Messungen.

Quantitative Analyse

Gravimetrische und titrimetrische Analysen.

### Empfohlene Literatur

Riedel: *Anorganische Chemie*.

Mortimer: *Chemie*.

Shriver, Atkins, Langford: *Anorganische Chemie*. Hrsg. Heck, Kaim, Weidenbruch

D. C. Harris: *Lehrbuch der Quantitativen Analyse*. Vieweg, 1998

*Anorganikum*. Dt. Verlag für Grundstoffindustrie

### Lehrveranstaltungen

Allgemeine und Anorganische Chemie	V	3 SWS
Chemische Gleichgewichte I / II	V	1 SWS
Qualitative Analyse	P / Ü	3 SWS

Quantitative anorganische Analyse	P / Ü	3 SWS
Rechenübungen Quantitative Analytik	S	1SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	420 h	14 LP
<b>Leistungsnachweise</b>	90-minütige Klausur, Versuchsprotokolle/Testate zum Praktikum	
<b>Einordnung / Dauer</b>	beginnend im 1. Semester / 2 Semester	
<b>Zugangsvoraussetzung</b> (empfohlen)	keine	

## 2.5. Biologie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Angewandte Mikrobiologie, Institut für Mikrobiologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Fachrichtung Biologie

### Modulziele

Einführung in die Betrachtungsweise, Terminologie und Methoden der Ökologie.

Grundlegende Kenntnisse der Tier-, Pflanzen-, und Mikroben-Ökologie.

Kenntnis der Grundlagen der Mikrobiologie.

### Modulinhalte

Vorlesung „Ökologie“

Ökologie als Wissenschaft, zentrale Begriffe, spezifische Grundbegriffe der Tier-, Pflanzen- und Mikrobenökologie, Umweltfaktoren

Teil „Ökologie der Tiere“

Spezielle Autökologie / Lebensformtypen, Temperatur und Überwinterung, Salzgehalt und osmotischer Druck, Wasserhaushalt, Tages- und Jahresrhythmik, Sauerstoff, Ernährung und Nahrungsressourcen, Zusammenwirken von Umweltfaktoren.

Teil „Ökologie der Pflanzen“

Strahlungs-, Wärme-, Kohlenstoff-, Mineralstoff- und Wasserhaushalt, mechanische Faktoren, Reaktion auf Stress, Struktur und Dynamik pflanzlicher Populationen, Wechselbeziehungen zwischen Vegetation und Standort, Interaktionen zwischen Pflanzen sowie Pflanzen und anderen Organismen.

Teil „Ökologie der Mikroorganismen“

Mikrobiell relevante Umweltfaktoren (Wasserhaushalt, Salzgehalt, T, pH, E<sub>H</sub> usw.), Einführung in die Stoffkreisläufe (C, N, S, P), Interaktionen zwischen Mikroorganismen sowie mit Pflanzen & Tieren.

Allgemeine und Spezielle Mikrobiologie

Ultrastruktur der Prokaryotenzellen sowie Vieren, Ernährung der Mikroorganismen, Zellteilung, Wachstum und Differenzierung, mikrobielle Produkte und Sekundärstoffe, Grundzüge der Umweltmikrobiologie, Grundzüge der Medizinischen Mikrobiologie, biotechnische Bedeutung von Mikroorganismen, Grundzüge der Systematik und Evolution von Mikroorganismen.

### Empfohlene Literatur

Townsend, C.R., J.L. Harper, Begon, M.E.: *Ökologie*. Springer Verlag, Berlin (2008)

Nentwig, W., Bacher, S., Beierkuhnlein, C., Brandl, R., Grabher, G.: *Ökologie*. Spektrum Akadem. Verlag, Heidelberg/Berlin (2004)

Larcher, W.: *Ökophysiologie der Pflanzen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (2001)

Schulze, E.-D., E. Beck, E. & Müller-Hohenstein, K.: *Pflanzenökologie*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2002)

Munk, K.: 2008. *Taschenlehrbuch Biologie Mikrobiologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2008)

Fritsche, W.: *Mikrobiologie*. Gustav Fischer Verlag, Jena (2002)

Madigan, M.T., Martinko J.M.: *Brock Mikrobiologie*. 11. Aufl.. Pearson Studium, München (2009)

### Lehrveranstaltungen

Ökologie	V	3 SWS
Allgemeine und Spezielle Mikrobiologie	V	3 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	210 h	7 LP
<b>Leistungsnachweise</b>	90-minütige Klausur für die Teile „Ökologie der Mikroorganismen“ und „Allgemeine und Spezielle Mikrobiologie“,	
<b>Einordnung / Dauer</b>	beginnend im 2. Semester / 2 Semester	
<b>Zugangsvoraussetzung</b> (empfohlen)	keine	

## 2.6. Einführung in die Geologie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Regionale und Strukturgeologie, Institut für Geographie und Geologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Geowissenschaften

### Modulziele

Erwerb grundlegenden Wissens im Fach Geologie (wesentliche Grundkonzepte, Prozesse, Begriffsbestimmungen, übergeordnete Wirkungsgefüge) als Basis für weitergehende Studien geowissenschaftlicher Themen.

Grundlagenwissen über endogene und exogene Prozesse, den Zusammenhang zwischen Gesteinen und Landformen sowie ihre raum-zeitliche Kausalität und Variabilität.

### Modulinhalte

Allgemeine Geologie / exogene Dynamik

Verwitterung (physikalisch, chemisch, organogen, Verwitterung und Klima), Wasser auf dem Festland

(Wasserkreislauf, Grundwasser, Quellen, Gesteinsbildung an Quellen, Oberflächenwasser, Denudation, Erosion, Transportarten, fluviale Akkumulation), exogene Prozesse in nivaler Klimazone (Gletscher, Inlandeis, glaziale Abtragung, Transport und Akkumulation, geologische Prozesse in periglazialen Gebieten), exogene Prozesse in arider Klimazone (Wirkung von Wind und fließendem Wasser, Sedimentation in Seen), Sedimentverteilung und Diagenese (genetisches System, Diagenese, u. a. Kohleentstehung, Genese von Erdöl und Erdgas)

Allgemeine Geologie / endogene Dynamik

Grundlagenwissen über plattentektonische Prozesse, Entstehung und Aufbau der Erde, Erdbebenentstehung, grundlegende Begriffe der Geophysik, Vulkanismus, Plutonismus, Grundlagen der Magnetik, Metamorphose, Grundprinzipien der Tektonik, Datierungsmethoden.

Geomorphologie

Kennenlernen grundlegender Begriffe, Phänomene und Methoden der Geomorphologie, allgemeine Prinzipien und Regeln morphodynamischer Vorgänge und Relationen, Gliederung und Beschreibung der Reliefs, exogene Faktoren, Korrelation der Gesteine und Landformen, Grundlagenwissen über Verwitterung, Denudation, fluviale, glaziale, äolische, litorale und subrosiv- suffosive Geosysteme.

### Empfohlene Literatur

Tarback & Lutgens: *Allgemeine Geologie*. Pearson Studium Verlag, 9. Auflage (2009)

Bahlburg & Breitzkreuz: *Grundlagen der Geologie*. Elsevier Spektrum Akad. Verlag, 2. Auflage (2004)

Frisch & Meschede: *Plattentektonik*. Wissenschaftl. Buchgesellsch. Darmstadt/Primus Verlag,

3. Auflage (2009)

### Lehrveranstaltungen

Allgemeine Geologie V 3 SWS

Geomorphologie V 2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 180 h 6 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 1. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine

### **3. Beschreibung der Fachmodule**

#### **3.1. Physikalische Chemie**

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Biophysikalische Chemie, Institut für Biochemie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Biochemie

#### **Modulziele**

Erwerb von Grundkenntnissen der chemischen Thermodynamik

Erwerb von Grundkenntnissen der chemischen Kinetik und Elektrochemie

Üben in der Anwendung grundlegender thermodynamischer und kinetischer Gleichungen auf praktische Problemstellungen.

#### **Modulinhalte**

Physikalische Chemie I

Hauptsätze: Temperatur und Temperaturskalen, Wärme als Energieform, Wärmekapazität, Kalorimetrie, Zustandsgrößen, Entropiebegriff, reversible und irreversible Prozesse, Thermodynamische Zustandsfunktionen, partielle Ableitungen, totale Differentiale, Maxwell-Beziehungen, chemisches Potenzial, Gibbs-Duhem-Beziehungen;

Phasendiagramme: ideales Gas und van-der-Waals-Gleichung, kritische Größen, Aggregatzustände, Polymorphie von Festkörpern, Phasenübergänge, Phasengleichgewichte, Umwandlungswärmen, Dampfdruck, Clausius-Clapeyron-Gleichung, Phasendiagramme von Wasser und Kohlendioxid, Gibbsche Phasenregel, Zwei- und Dreikomponenten-Phasendiagramme, azeotrope Gemische, Entmischung, Mischungsentropie und -enthalpie, Löslichkeit, Verteilungskoeffizient,  $\log P$ , kolligative Effekte, osmotischer Druck, Siede-/Gefrierpunktverschiebungen;

Grenzflächeneffekte: Oberflächenspannung, experimentelle Bestimmung, Zusammenhang mit intermolekularen Kräften, Grenzfläche flüssig/fest, Kontaktwinkel, Kapillareffekte, Poren, Grenzfläche flüssig/flüssig, Gibbs-Isotherme, Adsorption von Gasen an Festkörpern, Isothermen (Langmuir, BET, Freundlich), Spreitungs-Isothermen, Langmuir-Waage; Statistische Thermodynamik: Boltzmannverteilung, Zustandssumme, Maxwellverteilung, mittlere Energie, Dulong-Petitsche Regel.

Physikalische Chemie II

Grundlagen der Elektrochemie, Chemische Kinetik und Transportphänomene, Formalkinetik einfacher Reaktionen: Grundbegriffe, Zeitgesetze für Reaktionen 0.-3.Ordnung, Bestimmung der Reaktionsordnung durch qualifizierte Methoden, Anwendung konzentrationsproportionaler Größen;

Formalkinetik komplexer Reaktionen: Parallelreaktionen, reversible Reaktionen und kinetische Definition des Gleichgewichts, Folgereaktionen, Bodenstein-Prinzip, Chapman-Zyklus, vorgelagertes Gleichgewicht, Säure-Base-Katalyse, Grundmechanismen der Enzymkatalyse, Aussagen aus Anfangsgeschwindigkeits- und Relaxationsmessungen;

Analyse der Geschwindigkeitskonstanten: Arrhenius-Gleichung, Stoßtheorie, Grundzüge der Eyring-Theorie, Bestimmung der Aktivierungsparameter; Transportphänomene: Konvektion, Diffusion (Ficksche Gesetze und deren Lösungen), Bestimmung des Diffusionskoeffizienten, Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen;

Grundlagen der elektrochemischen Thermodynamik: inneres elektrisches Potential, elektrochemisches Potential, elektrochemisches Gleichgewicht, Galvani-Spannung, Donnan-

Spannung, Elektrodenpotential, Gleichgewichtszellspannung, Zusammenhang mit thermodynamischen Reaktionsgrößen.

Praktikum:

Versuche zur Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie aus den Bereichen Kalorimetrie, Phasendiagramme, kolligative Effekte, Grenzflächenerscheinungen, Zustandsgleichungen radioaktiver Zerfall, chemische Kinetik in Lösungen, Elektroden (pH, Redox), Leitfähigkeit von Lösungen, Überführungszahl, EMK

### Empfohlene Literatur

Atkins P.W.: *Physikalische Chemie*. Wiley

Wedler G.: *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*. Wiley

Czeslik, C., Seemann, H., Winter, W.: *Basiswissen Physikalische Chemie*. Teubner

Adam, G., Läger, P., Stark, G.: *Physikalische Chemie und Biophysik*. Springer

Silbey, R.J., Alberty, R.A., Bawendi, M.G.: *Physical Chemistry*. Wiley

### Lehrveranstaltungen

Physikalische Chemie I	V / S	3 SWS
Physikalische Chemie II	V / S	3 SWS
Praktikum	P/Ü	2,5 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 360 h 12 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur  
Versuchsprotokolle/Testate zum Praktikum

**Einordnung / Dauer** beginnend im 2. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodule Mathematik, Physik und Chemie

### 3.2. Umweltchemie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Analytische und Umweltchemie, Institut für Biochemie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Biochemie

#### Modulziele

Erwerb der Fähigkeit, organische Verbindungen bezüglich ihrer Funktionalität zu erkennen sowie ihre damit verbundene Reaktivität zu verstehen und vorherzusagen.

Erkennen und Verstehen chemischer Reaktionen in der Umwelt und der Grundlagen der chemischen Umweltanalytik.

#### Modulinhalte

Organische Chemie

Synthese und Reaktivität organischer Verbindungen und Reaktionsmechanismen.

Grundlagen der Umweltanalytik und Umweltchemie

Chemie in Atmosphäre, Hydrosphäre und Geosphäre; Besonderheiten der Umweltchemie im Vergleich zu anderen chemischen Disziplinen, Entstehung der Erdatmosphäre, ihrer Eigenschaften und Analytik, Diskussion der Ozonproblematik in Stratosphäre und Troposphäre, Photosmog, saurer Smog des Treibhauseffektes, der Treibhausgase usw.; Methoden der Luftreinhaltung, umweltchemische Probleme der Hydrosphäre, Zyklen der Binnenseen, chemische und biologische Charakterisierung von Gewässern, Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung, Meereschemie, spezifische Probleme der Land- und Forstwirtschaft und der Industrie.

#### Empfohlene Literatur

Vollhardt, K.P.C., Shore, N.E.: *Organische Chemie*. WILEY-VCH (2005)

Bliefert, C.: *Umweltchemie*. WILEY-VCH

Graedel, T.E., Crutzen, P.J.: *Chemie der Atmosphäre*. Spektrum

#### Lehrveranstaltungen

Organische Chemie V 4 SWS

Grundlagen der Umweltanalytik und -chemie V 2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 210 h 7 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 3. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Chemie



### 3.3. Umweltanalytik

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Analytische und Umweltchemie, Institut für Biochemie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Biochemie

#### Modulziele

Übersicht über die quantitativen Analysemethoden sowie ihre Anwendbarkeit und Bedeutung für umweltanalytische Aufgaben.

Erwerb praktischer Fähigkeiten in der Durchführung quantitativer instrumenteller Analysen.

#### Modulinhalte

Instrumentelle Analytik und Umweltanalytik

Spektroskopie (UV-VIS-Lösungsspektrometrie, AAS, AES, LIDAR), Trennverfahren (GC, HPLC Elektrophorese, Ionenchromatographie), Elektroanalytik (Voltammetrie), radiochemische Analysemethoden, Diskussion der physikalischen Grundlagen, Anwendungseigenschaften und Anwendungsgebiete.

Praktikum zur Instrumentellen Analytik

Chromatographie (IC, HPLC), Spektrometrie (ICP-AES), Elektroanalytik

#### Empfohlene Literatur

C. Bliefert, C.: Umweltchemie. WILEY-VCH

Skoog / Leary: Instrumentelle Analytik. Springer

#### Lehrveranstaltungen

Instrumentelle Analytik und Umweltanalytik      V      2 SWS

Praktikum zur Instrumentellen Analytik      P      2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP**      150 h    5 LP

**Leistungsnachweise**      90-minütige Klausur,  
Versuchsprotokolle/Testate zum Praktikum

**Einordnung / Dauer**      beginnend im 5. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen)      Fachmodul Physikalische Chemie

### 3.4. Physikalische Modellbildung

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Kondensierte Materie, Institut für Physik

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Physik

#### Modulziele

Verständnis für grundlegende Verfahren der theoretischen Physik und der Modellbildung, insbesondere zur Anwendung einfacher theoretischer Verfahren auf Fragestellungen der Umweltwissenschaften.

Kenntnis grundlegender Begriffe, Phänomene und Methoden der Atom- und Molekülphysik, der Festkörperphysik und der Kernphysik und Befähigung, einfache Aufgaben dieser Fachgebiete selbständig zu lösen.

Anwendungsorientierte Kenntnisse zur Datenerhebung und statistischen Auswertung.

Praktische Kenntnisse zur numerischen Modellierung sowie zur Datenerhebung und statistischen Auswertung.

#### Modulinhalte

Theoretische Modelle

Mathematische Grundbegriffe, Punktmassenmodell, Kraft und Bewegung, Schwingungen, Populationsdynamik, Kontinuumsmodelle, Felder und Wellenphänomene, Transportprozesse und Bilanzgleichungen, Wärmeleitung Diffusion, Wärmestrahlung, Klima und Klimamodelle, Komplexität und Skalengesetze.

Struktur der Materie

Klassische Atommodelle, Photoelektrischer Effekt, Welle-Teilchen-Dualismus, Compton-Streuung, Strahlungsgesetze, Wasserstoffatom, Wellenfunktion, Quantisierung der Energie, Bahndrehimpuls, Spin des Elektrons, Spin-Bahn-Kopplung, Magnetisches Moment, Zeeman-Effekt, Feinstruktur des Wasserstoffspektrums mit Auswahlregeln, Pauliprinzip, Periodensystem der Elemente, Chemische Bindungen, Molekülorbitale, Elektronische Zustände, Rotation, Schwingung, Bindungskräfte im Festkörper, Kristallstrukturen, Messmethoden, Elastische Eigenschaften von Kristallen, Spezifische Wärme, Freies Elektronengas, Bandstrukturen, Halbleiter, Dotierung, pn-Übergang, Magnetismus, Supraleitung, Ladung, Größe und Masse von Atomkernen, Nukleonen, Isotope, Bindungsenergien, Kernkräfte, Kernreaktionen, Kernspaltung (Uran), Kernfusion, Elementarteilchen, Quark-Modell, Standardmodell der Teilchenphysik.

Statistische Methoden

Statistische Grundbegriffe: Versuchsdaten und ihre Klassifizierung, Häufigkeit, Wahrscheinlichkeit, Verteilungsfunktion; Zufallsgröße, Erwartungswert, Varianz; empirische/mathematische Stichprobe,

Schätzung, Erwartungstreue, Konsistenz, Effizienz; Normalverteilung, Zentraler Grenzwertsatz; Korrelation, -koeffizient, -funktion, Scheinkorrelation, statistische Abhängigkeit, Kausalität; Regression, Methode der kleinsten Quadrate, Trendanalyse; Zeitreihenanalyse, Filter, Glättung, Power-Spektrum; Hypothesentest, Fehler 1. und 2. Art, Signifikanz, Standardtests; Anwendungen: Elektroenergie-Umsatz einer Stadt, erratische Energieeinspeisung von Windparks/Photovoltaikanlagen, Korrelation von Sonnenflecken und Höhenstrahlung, Klimadaten u.a.

Computer-Simulations-Praktikum

Einführung in SPSS/PASW bzw. STATISTIKLABOR, Daten -Formate, -Speicherung, -Einlesen, Verarbeitung, -Analyse, -Ausgabe, -Darstellung.

### Empfohlene Literatur

Haake, F.: *Einführung in die Theoretische Physik*. Physik-Verlag Weinheim (1983)  
 E. Boeker, R. v. Grondelle: *Environmental Physics*. Wiley, Chichester (1999)  
 Houghton, J.: *The Physics of Atmospheres*. Cambridge University Press (2002)  
 Demtröder, W.: *Experimentalphysik 3, Atome, Moleküle, Festkörper*. Springer-Verlag (1996)  
 Bethge, K., Gruber, G., Stöhlker, T.: *Physik der Atome und Moleküle*. Wiley-VCH  
 Schulz, H.: *Physik mit Bleistift*. Harry Deutsch, Frankfurt (2001)  
 Gelbrich, G.: *Statistik für Anwender*, Shaker Verlag, 2. Auflage (2008)  
 Brosius, F.: *SPSS für Dummies*. Wiley-VCH (2007), ISBN 978-3-527-70269-5  
 Bellgardt, E.: *Statistik mit SPSS*. 2. überarbeitete Auflage, Vahlen (2004), ISBN 3-8006-2919-4  
<http://www.statistiklabor.de/>

### Lehrveranstaltungen

Theoretische Modelle	V	2 SWS
Struktur der Materie	V	2 SWS
Statistische Methoden	V / Ü	2 SWS
Computer-Simulations-Praktikum	P	2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 360 h 12 LP

**Leistungsnachweise** Anwesenheitsnachweis zu „Statistische Methoden“,  
 Protokolle/Testate zum „Computer-Simulations-Praktikum“,  
 90-minütige Klausur zu „Struktur der Materie“ und  
 „Theoretische Modelle“

**Einordnung / Dauer** beginnend im 4. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Physik

### 3.5. Umweltphysik

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Weiche Materie, Institut für Physik

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en des Instituts für Physik

#### Modulziele

Anwendungsorientierte physikalisch-technische Kenntnisse zu den Themenkreisen Energie/Wärme, ionisierende und nichtionisierende Strahlung, Bauphysik, Schall, sowie Kraftwerkstechnik.

Üben von Vortragsgestaltung und -präsentation, Literaturrecherche und Umgang mit Präsentationstechniken.

Durchführung umweltphysikalisch relevante Experimente und Vertiefung der Fähigkeiten im Umgang mit physikalischer Messtechnik und zur Datenauswertung.

#### Modulinhalte

Umweltphysik Vorlesung / Seminare

Wärme und Energie (Thermische Kraftwerke, Energieumsatz des Menschen, Eisschmelze, Meeresspiegel); Wärmeleitung (Bauphysik, Niedrigenergiehaus, Geothermie, Wärmepumpe); Wärmestrahlung (Strahlungsgesetze, solare Strahlung, Albedo, Atmosphäre, Klima- und Bauphysik, Wärmebildkamera, künstliche Lichtquellen, Physik des Auges); Ionisierende Strahlung (Höhenstrahlung, Radon-222, Kalium-40, Datierungsmethoden, Radionuklide in Lebensmitteln, physiologische Gefährdungen, Strahlenschutz, radioaktive Reststoffe); Nicht-ionisierende Strahlung (physiologische Wirkung, frequenz aufgelöste Intensitätsmessung, Abschirmung, Strahlenschutz); Schall (Bauakustik, Schallschutz, Physik des Ohres und des Sprechapparates, Meeresschall); Energietechnik (KohleGuD-, Atom-, Wasser-, Wind-Kraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung, Photovoltaik, Solarthermie, Biokraftstoffe, Geothermie, Kernfusion, Pumpspeicher, Wasserstofftechnologie, Druckluftspeicher, Regelenergie, Netze, technische Perspektiven vor dem Hintergrund des Klimawandels).

Praktikum Umweltphysik

Physikalische Experimente mit Relevanz für die Umweltwissenschaft, wie z.B. Solarzelle, Brennstoffzelle, Stirling-Motor, Nano-Partikel, Myonen.

#### Empfohlene Literatur

Skripte zur Vorlesung

Leute, U.: *Physik und ihre Anwendungen in Technik und Umwelt*, Carl Hanser Verlag (München), 2. akt. u. erw. Auflage (2004), ISBN 3-446-22884-5

Fischer, H.-M. u.a.: *Lehrbuch der Bauphysik*, Vieweg + Teubner Verlag (Wiesbaden), 6. vollst. überarb. Auflage (2008), ISBN 978-3-519-55014-3

Quaschnig, V.: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*, Carl Hanser Verlag (München), (2008), ISBN 978-3-446-41444-0

Quaschnig, V.: *Regenerative Energiesysteme*, Carl Hanser Verlag (München), (2007/2008), ISBN 978-3-446-40973-6

Stolz, W.: *Radioaktivität*, Teubner Verlag

#### Lehrveranstaltungen

Umweltphysik	V	2 SWS
Seminar Umweltphysik	S	1 SWS
Praktikum Umweltphysik	P	2 SWS

<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	330 h 11 LP
<b>Leistungsnachweise</b>	90-minütige Klausur, Vortrag im Seminar, Versuchsprotokolle/Testate zum Praktikum
<b>Einordnung / Dauer</b>	beginnend im 5. Semester / 2 Semester
<b>Zugangsvoraussetzung</b> (empfohlen)	Basismodul Physik, Fachmodul Physikalische Modellbildung

### 3.6. Geowissenschaften I oder II

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Angewandte Geologie/Hydrogeologie, Institut für Geographie und Geologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Geowissenschaften

#### 3.6.1. Geowissenschaften I - Angewandte Geologie

alternativ zu Geowissenschaften II

##### Modulziele

Verständnis für folgende Zusammenhänge: Grundwassers als geologisches Agens, Wechselwirkung unterirdisches Wasser und Erdkruste, Grundwasser als Komponente des hydrologischen Kreislaufs, Grundwasser als Trinkwasserreserve, Grundwasser-vorkommen und -dynamik in den Klimazonen der Welt; Kenntnis über die theoretischen Grundlagen und praktischen Verfahren der Erfassung des Grundwasserdargebots und der Grundwasserneubildung.

Grundlagen der Geophysik, Erfassung der theoretischen Grundlagen geophysikalischer Verfahren zur Erkundung geolog. Strukturen und Materialien in der Erde, Anwendung geophysikal. Verfahren.

##### Modulinhalte

Grundwasserdynamik

Grundwasserhaushalt und -raum, Wasserhaushaltsgleichung, Niederschlag, Verdunstung, Abfluss, Quellen; Grundwasserneubildung und deren Bestimmungsmethoden; Art und Beschaffenheit von Grundwasserleitern: Kluft-, Karst-, Porengrundwasserleiter, Vadose Zone, Kapillarwasser; Haftwasser, Sickerwasser, grundwassergesättigte Zone, Grundwasserleiter, Geringleiter; Grundwasserbewegung: Potentialtheorie: Bernoulli-Gleichung, Grundwasserdruckhöhe, Hydraulischer Gradient, hydrologisches Dreieck, Grundwassergleichenplan, Parameter der Grundwasserströmung, Strömungsgleichung, Transportgleichung, Permeabilität, Durchlässigkeitsbeiwert, Speicherkoeffizient, Dispersivität und deren Bestimmung.

Geophysik

Erdbebenkunde, Seismik (Reflexions- und Refraktionsseismik), Figur der Erde (Geoid), Gravimetrie, Magnetik, Gesteinsmagnetismus, Gleichstromgeoelektrik, elektromagnetische Verfahren (Magnetotellurik, transiente Elektromagnetik, Bodenradar).

##### Empfohlene Literatur

Mattheß, G., Ubell, K.: *Allgemeine Hydrogeologie – Grundwasser-Haushalt*. Lehrbuch der Hydrogeologie Bd.1, Gebr. Borntraeger Verlag Berlin/Stuttgart (2003)

Berckhemer, H.: *Grundlagen der Geophysik*. Wissenschaftliche Buch-Gesellschaft (1997)

Cara, M.: *Geophysi*. Springer (1994)

Israel, H.: *Einführung in die Geophysik*. Springer (1969)

Broecker, W.: *Labor Erde*. Springer (1995)

##### Lehrveranstaltungen

Grundwasserdynamik	V / Ü	3 SWS
Einführung in die Allgemeine Geophysik	V	2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 150 h 5 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 3. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Geologie

### **3.6.2. Geowissenschaften II - Chemie der Erde** alternativ zu Geowissenschaften I

#### **Modulziele**

Geochemische Grundlagen und Prozesse in der Geosphäre.

Verständnis der Prozesse der qualitativen Grundwassergenese sowie deren quantitative Beschreibung anhand thermodynamischer Beziehungen.

Grundlagen der marinen Geochemie.

#### **Modulinhalte**

##### **Geochemie**

Entstehung und Häufigkeit der chemischen Elemente und Isotope, Grundlagen der geochemischen Migration, Spurenelementverteilung in Mineralphasen, Fluide, Isotopieeffekte und Kernprozesse, Entstehung und Stoffdifferentiation der Erde, Gliederung und Stoffbestand der kontinentalen und ozeanischen Kruste, geochemischer Zyklus der Gesteine: Magmatite, Sedimente, Metamorphite, Gliederung, Zusammensetzung, Evolution und anthropogene Beeinflussung der Atmosphäre, Photosynthese und Kohlenstoff-Kreislauf, Übersicht über angewandte Aspekte der Geochemie: Umweltgeochemie, geochemische Prospektion, Faziesanalyse, Analytische Geochemie.

##### **Grundwasserbeschaffenheit**

Grundlagen: Maßeinheiten, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeit von Feststoffen und Gasen, thermodynamische Grundsätze, Konzentrationen, Ionenstärke, Aktivitäten, Kolloide; Phasen Grundwassersystem, Haupt-, Neben- und seltene Inhaltsstoffe, Isotopen; Reaktionsprozesse im Grundwasserraum: Lösung/Fällung, Hydrolyse, Sorption, Redox- und Abbauprozesse; hydro- chemische Analyse, Klassifizieren von Grundwässern, Grundwasserkontamination.

##### **Marine Geochemie**

Zusammensetzung und chemische Evolution des Meerwassers, sedimentärer Zyklus und Material-Input in die Ozeane, Massenbilanzierung, Kreisläufe von S, C und Nährstoffen, Phasen, Klassifikation und globale Verteilung mariner Sedimente, Carbonat-Kohlensäure-Gleichgewicht, biogene und chemische Karbonatbildung, Eh- und pH-Abhängigkeit der Migration von Fe und Mn, Mn-Konkretionen, Rote Tiefseetone, Banded-Iron-Formation, marine Evaporitbildung, Frühdiagnose in marinen Sedimenten Abbau organischer Substanz; Elektronenakzeptoren, Sulfatreduktion, Pyritbildung, Konkretionsbildung, organreiche Sedimente, anoxische Systeme, hydrothermale Prozesse an divergenten Plattengrenzen, stabile Isotopen als Proxies in marinen Sedimenten.

#### **Empfohlene Literatur**

Hunziker, J.C.: *Einführung in die Geochemie*. Springer (1997)

C.W. Fetter, C.W.: *Applied Hydrogeology - 4th edition*. Prentice Hall, New Jersey (2001)

Mattheß, G.: *Die Beschaffenheit des Grundwassers*. Lehrbuch der Hydrogeologie Bd. 2 (2. Auflage), Gebr. Borntraeger Verlag, Berlin/ Stuttgart (1990)

Appelo, C.A.J., Postma, D.: *Geochemistry, groundwater and pollution*. Balkema Publishers (2005)

Schulz, H. and Zabel, M.: *Marine Geochemistry*. Springer (2006)

**Lehrveranstaltungen**

Geochemie	V	2 SWS
Grundwasserbeschaffenheit	V / Ü	2 SWS
Marine Geochemie	V	1 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 150 h 5 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 4. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Geologie



### 3.7. Rechtswissenschaften I

**Verantwortliche/r** B.A. Öffentliches Recht und Öffentliches Recht im Nebenfach, Rechts- und staatswissenschaftliche Fakultät

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Rechtswissenschaften

#### Modulziele

Befähigung, juristische Denk- und Argumentationstechnik auf einfachere Sachverhalte anzuwenden, den Inhalt auch etwas komplizierter Rechtsnormen zu verstehen, beziehungsweise durch Auslegung zu ermitteln.

Grundvorstellungen über das System des Rechts in der Bundesrepublik Deutschland und der Europäischen Union sowie Grundkenntnisse des Staatsrechts und des allgemeinen Verwaltungsrechts.

Kenntnis verschiedener Staatsorgane einschließlich der zwischen diesen bestehenden Verbindungen.

#### Modulinhalte

Öffentliches Recht I

Gesellschaftliche Funktionen von Recht, Formen der Rechtentstehung, Übersicht über das System des Rechts der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland, Übersicht über die Rechtsschutzmöglichkeiten, Methodik (Juristische Fachsprache, Struktur und Wesen von Rechtsnormen, Grundlagen der juristischen Logik und Methodik), verfassungsrechtliche Strukturprinzipien, Wirtschafts- und Finanzverfassung des Grundgesetzes und des EG-Vertrages, Organisation des Staates und wesentliche Funktionen der Staatsorgane, wirtschaftlich relevante Grundrechte, Rechtsschutzmöglichkeiten vor dem Bundesverfassungsgericht und dem Europäischen Gerichtshof.

Allgemeines Verwaltungsrecht

Grundzüge der Organisation der öffentlichen Verwaltung, Grundprinzipien rechtsstaatlichen Verwaltungshandelns, Formen des Verwaltungshandelns unter besonderer Berücksichtigung des Verwaltungsaktes, Grundzüge des Verwaltungsverfahrens, verwaltungsgerichtlicher Rechtsschutz.

#### Empfohlene Literatur

Skripten zu den Vorlesungen

Stober (Hrsg.): *Wichtige Wirtschaftsverwaltungs- und GewerbeGesetze*. NWB Textausgabe (jeweils in der neuesten Auflage), bzw. andere Gesetzessammlung (jeweils in neuester Auflage) mit folgenden Gesetzen: EGV, EUV, GG, BVerfGG, VwVfG, VwGO (obligatorisch anzuschaffende Gesetzestexte)

Arzt, G.: *Einführung in die Rechtswissenschaft*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Detterbeck: *Öffentliches Recht für Wirtschaftswissenschaftler*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Grimm, D.: *Einführung in das Recht*. (hervorgegangen aus dem Funkkolleg Recht, in möglichst aktueller Auflage\*)

Haug, V.: *Staats- und Verwaltungsrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Horn, N.: *Einführung in die Rechtswissenschaft und Rechtsphilosophie*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Kock/Stüwe/Wolfgang/Zimmermann: *Öffentliches Recht und Europarecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Rehbinder, M.: *Einführung in die Rechtswissenschaft*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Oberrath: *Öffentliches Wirtschaftsrecht*. Schäffer-Poeschel Verlag (in möglichst aktueller Auflage\*)

Schmalz, D.: *Methodenlehre für das juristische Studium*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

\* Literatur in der Bibliothek vorhanden, eigene Anschaffung nicht erforderlich

### **Lehrveranstaltungen**

Öffentliches Recht I (für Nebenfach)	V2 SWS
Kolloquium zum Öffentlichen Recht I (für Nebenfach)	Ü2 SWS
Allgemeines Verwaltungsrecht	V2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 270 h 9 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 3. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine

### 3.8. Rechtswissenschaften II

**Verantwortliche/r** B.A. Öffentliches Recht und Öffentliches Recht im Nebenfach, Rechts- und staatswissenschaftliche Fakultät

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Rechtswissenschaften

#### Modulziele

Kenntnisse der spezifischen Handlungsmöglichkeiten und Handlungsformen des Staates im Bereich der Umweltverwaltung.

Grundlegende Kenntnisse in den Bereichen des Abfall- und/oder Immissionsschutzrechts und vertiefte Kenntnisse in praktisch relevanten Bereichen des Natur- und Gewässerschutzrechts.

Fähigkeit, dort auftretende rechtliche Probleme verständlich zu lösen.

#### Modulinhalte

Grundlagen des Umweltrechts mit seinen Bezügen zum internationalen und europäischen Umweltrecht sowie zum für das Umweltrecht relevanten Verfassungsrecht, spez. Instrumente des Umweltverwaltungsrechts, umweltrechtliches Verfahrensrecht, Grundzüge des Immissionsschutzrecht und/oder des Abfallrechts, aus dem Bereich des Naturschutzrechts: Rechtsgrundlagen und Grundsätze, Landschaftsplanung, Eingriffsregelung, Besonderer Biotop und Flächenschutz (unter Einbeziehung des europäischen Schutzgebietsregimes), Artenschutz, Verfahrensrechtliche und prozessuale Besonderheiten, aus dem Bereich des Gewässerschutzrechts: Rechtsgrundlagen und Grundsätze, wasserwirtschaftliche Planung, Benutzungsordnung, Unterhaltung und Ausbau, Abwasserbeseitigung.

#### Empfohlene Literatur

Skripten zur Vorlesung

*Umweltrecht*. Beck-Texte im dtv Nr. 5533 oder andere Gesetzessammlung mit EUV, EGV, GG, BImSchG, KrW-/AbfG, UVP, UIG, BNatSchG, WHG (jeweils in aktueller Auflage\*)

Arndt: *Umweltrecht*. In Steiner (Hrsg.): *Besonderes Verwaltungsrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Dürr/Sauthoff: *Baurecht Mecklenburg-Vorpommern*. (2006\*)

Erguth/Schlacke: *Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Kahl/Voßkuhle: *Grundkurs Umweltrecht - Einführung für Naturwissenschaftler und Ökonomen*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Kloepfer: *Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Kotulla: *Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Schmidt: *Einführung in das Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Sparwasser/Engel/Voßkuhle: *Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Steiner: *Baurecht - Prüfe dein Wissen*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Stollmann: *Öffentliches Baurecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Wolf: *Umweltrecht*. (in möglichst aktueller Auflage\*)

Weitere spezifische Literatur entsprechend der Angaben in den Skripten und in den Vorlesungsstunden

\* Literatur in der Bibliothek vorhanden, eigene Anschaffung nicht erforderlich

#### Lehrveranstaltungen

Umweltverwaltungsrecht

V 3 SWS

**Arbeitsaufwand und LP**

150 h 5 LP

**Leistungsnachweise**

90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer**

beginnend im 5. Semester / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen)

Fachmodul Rechtswissenschaften I

### 3.9. Biochemie / Ökologie

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Mikrobielle Ökologie, Fachrichtung Biologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Fachrichtung Biologie

#### Modulziele

Verständnis der Grundlagen der Biochemie.

Kenntnisse der theoretischen und methodischen Grundlagen der Ökologie der Mikroorganismen

#### Modulinhalte

Biochemie

Struktur, Funktion und Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden, Nukleinsäuren, Proteinen und deren Monomere; Mechanismen der Enzymkatalyse, Reaktions-, Substrat- und Regulationsspezifität von Enzymen; energiereiche Verbindungen und Co-Faktoren; inter- und intrazelluläre Signalübertragung; Membrantransport; Intermediärstoffwechsel; oxidative Phosphorylierung und Bioenergetik; Anabolismus und Katabolismus von Aminosäuren, Nukleotiden, Lipiden und Zuckern sowie deren Polymere und Derivate; Mineralstoffwechsel.

Ökologie der Mikroorganismen II - Energieflüsse und Stoffkreisläufe

Mikrobielle Energiegewinnung und -umwandlungen, Photo- und Chemotrophie, Energieausbeuten spezifischer Reaktionen, Interaktionen, Stoffkreisläufe (C-, N-, S-, P-, Fe-, Mn-Kreisläufe, deren Wechselwirkungen und Entwicklung; Kreisläufe ausgewählter Spurenelemente), zelluläre Ebene: Mikroorganismen und mikrobielle Physiologie, mikrobielle Lebensgemeinschaften und Interaktionen, quantitative Ausprägung in spezifischen Lebensräumen (Boden, Meer usw.), biotechnologische Nutzung (z.B.: Klärwerk, Boden- und Grundwasser-Sanierung, usw. ), biogeochemische Aspekte, globale Aspekte mikrobieller Energietransformationen und Stoffkreisläufe.

#### Empfohlene Literatur

Vollhardt, K.P.C., Shore, N.E.: *Organische Chemie*. Wiley-VCH (2005)

Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Streyer, L.: *Biochemie*. Spectrum-V (neueste Auflage)

Nelson, D., Cox, M., Lehninger: *Biochemie*, Springer-V (neueste Auflage)

Atlas, R.M., Bartha R.: *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. 4<sup>th</sup> ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Massachusetts (1998)

Fuchs, G., Schlegel, H.G.: *Allgemeine Mikrobiologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2007)

Madigan, M.T., Martinko, J.M.: *Brock Mikrobiologie*. 11. Aufl. Pearson Studium, München (2009)

Maier, R.M., Pepper, I.L., Gerba, C.P.: *Environmental Microbiology*. 2nd. ed. Academic Press, San Diego – Imprint von Elsevier (2009)

Munk, K.: *Taschenlehrbuch Biologie Mikrobiologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2008)

Reineke, W., Schlömann, M.: *Umweltmikrobiologie*. Elsevier GmbH Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2007)

Schaechter, M., Ingraham, J.L., Neidhardt F.C.: *Microbe - Das Original mit Übersetzungshilfen*. Elsevier GmbH Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2006)

**Lehrveranstaltungen**

Biochemie V 4 SWS  
Ökologie der Mikroorganismen II V 4 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur,

**Einordnung / Dauer** beginnend im 4. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodule Chemie und Biologie

### 3.10. Wirtschaftswissenschaften I

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaft, insb. Geld und Währung, Rechts- und staatswissenschaftliche Fakultät

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Wirtschaftswissenschaften

#### Modulziele

Verständnis für volkswirtschaftliche Konzepte, Grundfragen und Probleme.

Kenntnisse darüber, ob und wie im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung die unzähligen Einzelentscheidungen der Wirtschaftsteilnehmer aufeinander abgestimmt werden.

Insbesondere Kenntnisse der theoretischen Grundlagen der optimalen Nachfrageentscheidungen von privaten Haushalten und der optimalen Angebotsplanungen der Unternehmen sowie die Preisbildungsprozesse in verschiedenen Marktformen.

#### Modulinhalte

Volkswirtschaftslehre

Gegenstände der Mikroökonomik, Gegenstände der Makroökonomik, Grundlagen der Modellanalyse, gesamtwirtschaftliches Produktionsergebnis (Grundlagen der ex-post-Analyse, Grundzüge der Wirtschaftskreislaufanalyse), volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Konjunktur, Wachstum, Strukturwandel, wirtschaftspolitische Ziele, volkswirtschaftliche Indikatoren, offene Volkswirtschaft (Zahlungsbilanz, Wechselkurs), volkswirtschaftliche Nachfrage Märkte und Preisbildung.

Mikroökonomische Theorie

Theorie des Haushalts, Theorie der Unternehmung, Märkte und Preisbildung (Marktformen, Preisbildung im Polypol, im Monopol, im Oligopol und bei monopolistischer Konkurrenz), Theorie des Allgemeinen Gleichgewichts (Tausch, Produktion), Externe Effekte und öffentliche Güter.

#### Empfohlene Literatur

Baumol, W.J./ Blinder, A.S.: *Economics - Principles and Policies*. 11<sup>th</sup> edition, Thomson South Western, Mason/Ohio (2009)

Mankiw, G.N., Taylor, M.P.: *Economics*. Thomson South Western, Mason/Ohio (2006).

Schumann, J, Meyer, Ströbele, U.W.: *Grundzüge der mikroökonomischen Theorie*. 8. überarbeitete Auflage, Berlin, Heidelberg, New York (2007)

Pindyck, R. und Rubinfeld, D.: *Mikroökonomie*. 7. aktualisierte Auflage, Pearson Studium (2009)

#### Lehrveranstaltungen

Einführung in die Volkswirtschaftslehre V / Ü 3 SWS

Mikroökonomische Theorie V / Ü 6 SWS

(Grundzüge der Volkswirtschaftslehre I)

**Arbeitsaufwand und LP** 330 h 11 LP

**Leistungsnachweise** 120-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** beginnend im 2. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) keine

### 3.11. Wirtschaftswissenschaften II

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaftslehre und Landschaftsökonomie,  
Institut für Botanik und Landschaftsökologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Wirtschaftswissenschaft

### Modulziele

Anwendung ökonomischer Konzepte auf die Bewirtschaftung knapper Umweltressourcen.

Überblick über das Fach Betriebswirtschaftslehre.

Fähigkeit, grundlegende betriebswirtschaftliche Sachverhalte zu werten und betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu treffen.

### Modulinhalte

Umweltökonomie

Fundamentale alloktionstheoretische Ansätze: Coase, Pigou, Baumol; Auflagen-, Abgaben- und Zertifikatslösungen in Theorie und Praxis; ausgewählte umweltpolitische Themen, wie EU-Emissionshandel; Theorie öffentlicher Güter.

Betriebswirtschaftslehre

Gegenstand, Problemstellungen und Methoden der Betriebswirtschaftslehre über die gesamte Breite des Fachs; vertieftes Wissen in den Bereichen Finanzierung und Rechnungswesen.

### Empfohlene Literatur

Endres, A.: *Umweltökonomie*. 3. Auflage, Kohlhammer, Stuttgart (2007)

Feess, E.: *Umweltökonomie und Umweltpolitik*. 3. Auflage, Vahlen, München (2007)

Hanley, N., Shogren, J., White, B.: *Environmental Economics in Theory and Practice*. (2007)

Kolstad, C.: *Environmental Economics*. Oxford University Press, Oxford (2000)

Sternier, T.: *Policy Instruments for Environmental and Resource Management*. RFF-Press, Washington D.C. (2000)

Pechtl, H. / Schmalen, H.: *Grundlagen und Probleme der Betriebswirtschaftslehre*. 14. Auflage (2008)

Wöhe, G. / Döring, U.: *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 23. Auflage, München (2008)

### Lehrveranstaltungen

Umweltökonomie V 2 SWS

Einführung in die Betriebswirtschaftslehre V / Ü 3 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 210 h 7 LP

**Leistungsnachweise** 120-minütige Klausur zur „Umweltökonomie“  
Anwesenheitsnachweis zur „Betriebswirtschaftslehre“

**Einordnung / Dauer** beginnend im 4. Semester / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Fachmodul Wirtschaftswissenschaften I

## **4. Beschreibung der Spezialisierungs- und Projektmodule**

### **4.1. Spezialisierung - Alternativen**

Die Spezialisierungen umfassen Lehrveranstaltungen in Umweltmikrobiologie, Molekulare Umweltmikrobiologie, Umwelthydrogeologie, Angewandte Geophysik, Georessourcennutzung, Molekulare Modelle der Umweltchemie, Kern- und Plasmaphysik für Umweltwissenschaftler oder Wahlveranstaltungen sowie ein Betriebs- oder Laborpraktikum nach 4.2.

#### **4.1.1. Umweltmikrobiologie**

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Angewandte Mikrobiologie, Institut für Mikrobiologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Fachrichtung Biologie

#### **Modulziele**

Überblick über die Probleme der aktuellen Meeresverschmutzung.

Kenntnisse über die Rolle von Mikro-Organismen in Wasser- und Abwassersystemen.

Kenntnisse über die Rolle von Bakterien und Pilzen beim Abbau von Naturstoffen und Xenobiotika sowie Grundzüge zur biologischen Sanierung von Umweltkontaminationen.

Überblick über moderne mikroskopische Techniken.

#### **Modulinhalte**

Meeresverschmutzung

Verschmutzung des Meeres durch feste Abfälle, Verklappen, Verbrennen, Erdölkohlenwasserstoffe, Xenobiotika, Schwermetalle, radioaktive und thermale Belastung, militärische Altlasten, Aquakultur, Monitoring.

Trink-, Brauch- und Abwassermikrobiologie

Wassereigenschaften und kleiner Wasserkreislauf, Mikrobiologie des Regenwassers/saurer Regen, Mikrobiologie von Grund und Quellwasser, Trinkwasserquellen und -schutzzonen, Tafelwasser und Mineralwasser, Mikrobiologie von Fluss- und Seenwasser, mikrobielle Prozesse der Eutrophierung, Selbstreinigungspotential und Wasserqualität, Lebensstrategien von Wassermikroorg. und Sukzessionen, Sauerstoffgleichgewicht und Saprobität, Wasseranalyse an Pumpstationen sowie von Trink- und Brauchwasser, Wasseraufbereitung und Desinfektion, Abwasserbehandlung und Abwasserflora (Belebungsverfahren, Tropfkörperverfahren, Abwasserteiche, Landbehandlung), Methoden der Prüfung der biochemischen Abbaubarkeit von Wasserinhaltsstoffen (O<sub>2</sub>, CSB, BSB, TOC, DOC u.a.).

Mikrobieller Abbau von Natur- und Fremdstoffen

Rolle des mikrobiellen Abbaus in Stoffkreisläufen, aerobe und anaerobe, vollständige und unvollständige Abbauewege, Struktur und Abbau komplexer Naturstoffe, insbesondere von Holz, Kohle, Erdöl, Humus, Polysacchariden, Lignin, aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen und Cycloalkanen; mikrobielle Oxygenase-Reaktionen (z.B. Cytochrom P-450), Abbau von Fremdstoffen und halogenierten Verbindungen, Dehalogenierungsmechanismen, Methoden zur Anreicherung von Schadstoffabbauern, Möglichkeiten des Einsatzes von Mikroorganismen zur Schadstoffabbau in natürlichen Habitaten

Grundlagen und Techniken der Mikroskopie

Hellfeldmikroskopie, Dunkelfeldmikroskopie, Phasenkontrastmikroskopie, Interferenzkontrast- und Fluoreszenzmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie, Rasterelektro-



nenmikroskopie, Ultra-dünnschnitt-Techniken, Fixierungs- und Kontrastierungstechniken, Raster-Sonden-Mikroskopie, Markierungs- und Imaging-Techniken

### Angewandte Mikrobiologie

Vorstellung und Diskussion neuer Forschungsergebnisse auf ausgewählten Gebieten (insbesondere Angewandte Mikrobiologie, Umweltmikrobiologie/Biotransformation) unter Anwendung der wissenschaftlichen (i.d.R. englischsprachigen) Literatur, Vorstellung neuer Arbeitsmethoden und Analysen (inkl. Computerauswertung); Diskussion der Vor- und Nachteile dieser Methoden, Übung der Darstellung und Präsentation eigener Ergebnisse (Vortragsaufbau, Foliengestaltung u. a. wissenschaftliche Diskussion und kritische Analyse eigener Forschungsdaten im Vergleich mit dem internationalen Stand der Forschung, Koordinierung und Abstimmung der verschiedenen Qualifizierungsarbeiten und Festlegung weiterer Arbeitsschritte, Information über den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz in mikrobiologischen und chemischen Laboratorien.

### Empfohlene Literatur

Skripten

Brügman, L.: *Meeresverunreinigung*. Akademie Verlag, Berlin (1993)

Mudrak, K., Kunst, S.: *Biologie der Abwasserreinigung*. Spektrum Akad. Verlag (2009-12-17)

Röske, I., Uhlmann, D.: *Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung*, UTB 2005

Mason, C.: *Biology of Freshwater Pollution*. Pearson Higher Education (2001)

Bitton, G.: *Wastewater Microbiology*. Wiley, New York (2005)

Reineke, W., Schlömann, M.: *Umweltmikrobiologie* Spektrum Akad. Verlag (2007)

Janke, H.D.: *Umweltbiotechnik*. Ulmer Stuttgart, UTB (2002)

Dippel, L.: *Grundzüge der Allgemeinen Mikroskopie*. VDM-Verlag (2007)

Colliex, C., Kohl, H.: *Elektronenmikroskopie*. Wiss. Verlagsgesellschaft (2007)

### Lehrveranstaltungen

Meeresverschmutzung	V	1 SWS
Trink-, Brauch- und Abwassermikrobiologie	V	1 SWS
Mikrobieller Abbau von Natur- und Fremdstoffen		V1 SWS
Grundlagen und Techniken der Mikroskopie	V	1 SWS
Angewandte Mikrobiologie	S	2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer:** WS: Grundlagen und Techniken der Mikroskopie und  
SS: andere Lehrveranstaltungen / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung (empfohlen)** Basismodul Biologie

#### 4.1.2. Molekulare Umweltmikrobiologie

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Mikrobielle Ökologie, Fachrichtung Biologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Fachrichtung Biologie

##### **Modulziele**

Kenntnisse und Anwendung theoretischer und methodischer Aspekte der molekularen Umweltmikrobiologie

##### **Modulinhalte**

Einführung in die molekulare Ökologie der Mikroorganismen

Struktur prokaryotischer und eukaryotischer Genome, Biochemie von DNA und RNA, Isolierung informativer Moleküle aus Umweltproben, Molekulare Methoden zur Analyse mikrobieller Diversität in der Umwelt, Probleme der bakteriellen Systematik und Taxonomie vor dem Hintergrund der Identifikation von Mikroorganismen in natürlichen Proben, Nachweis mikrobieller Aktivitäten in der Umwelt.

Methoden der mikrobiellen Gewässerökologie

Probenentnahmegерäte, Physikochemische Charakterisierung von Sedimenten (Korngrößen Kohlenstoffpool, Nährstoffe), Mikrobielle Verwertbarkeit und Abbaubarkeit organischen Kohlenstoffs, Isolierung und Kultivierung von Mikroorganismen, Quantifizierung mikrobieller Zahl und Biomasse (Kultivierungsabhängige Methoden, fluoreszenzbasierte Methoden), Herstellung und Dokumentation von Präparaten (Reinkulturen und Umweltproben) für die Fluoreszenzmikroskopie, Identifizierung und Diversität von Mikroorganismen (Fluoreszenz-*in-situ* Hybridisierung), Physiologisches Profil mikrobieller Isolate und Lebensgemeinschaften, Ausgewählte mikrobielle Stoffwechselaktivitäten.

Mikroskalige Methoden – Mikrotechniken und Mikrosensoren

Definition von Mikrohabitaten (marine Aggregate, Biofilme, Grenzflächen), Mikrosensoren in der mikrobiellen Ökologie, Mikroelektroden (Grundlegende elektrochemische Prozesse, Clark-type Sauerstoffmikroelektroden, Schwefelwasserstoffmikroelektroden, pH-Redoxpotentialmikroelektroden), Mikrooptoden und planare Optoden, Applikation von Mikrosensoren, Interpretation und Modellierung von Sauerstoffmikroprofilen, kleinräumige Verteilung mikrobieller photosynthetischer und respiratorischer Prozesse, *In-situ* Messungen, State of the Art, Biosensoren, Zell- und Enzymsensoren, Mikrobielle Biosensoren, Respirationsbasierte Biosensoren, Mikroskalige Techniken zur Bestimmung mikrobieller Abundanz und Diversität.

Molekulare Grundlagen mikrobieller Interaktionen

Definition der Formen intra- und interspezifischer mikrobieller Interaktionen, Ausgewählte Beispiele mikrobieller Interaktionen: Intraspezifische Interaktionen (*Bacteria*, *Archaea*), Interspezifische Interaktionen: *Bacteria* / *Bacteria*, *Bacteria* / *Archaea*, Prokaryonten / Pilze, Pflanzen, Prokaryonten / Tiere, Algen / Tiere, Pilze / Pflanzen, Tiere, Antibiose.

fakultativ:

Mikrobiologie mariner Lebensräume I

Das Meer als Lebensraum, Physikalisch-chemische Charakterisierung des Meerwassers, Bedeutung und Charakterisierung mariner Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze, Mikroalgen), Methoden zur Visualisierung und Quantifizierung mariner Mikroorganismen, Mikrobielle Gemeinschaften in Küstengewässern (Wassersäule, Sedimente), Benthopelagische Kopplung, Mikrobielle Aktivitäten an Grenzflächen/Gradienten, Biofilme/Mikrobenmatten, Auftriebsgebiete, Mikrobiologie der Ostsee.

Meeresverschmutzung

Verschmutzung des Meeres durch feste Abfälle, Verklappen oder Verbrennen von Abfällen, Abwasser bzw. Klärschlamm, Verschmutzung durch Erdölkohlenwasserstoffe, Chemikalien, Xenobiotika & Schwermetalle, Radioaktive und thermale Belastung, Militärische Altlasten, Neozoen und Neophyten, Aquakultur, Monitoring.

### Empfohlene Literatur

- Atlas, R. M., Bartha, R.: *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. 4<sup>th</sup> ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Massachusetts (1998)
- Boudreau, B.P., Jørgensen, B.B.: *The Benthic Boundary Layer*. Oxford University Press, Oxford (2000)
- Buffle, J., G. Horvai, G.: *In Situ Monitoring of Aquatic Systems*. Chemical Analysis and Speciation. Wiley, Chichester (2000)
- Eggins, B.R.: *Chemical Sensors and Biosensors*. John Wiley & Sons, London (2002)
- Fuchs, G., Schlegel, H.G.: *Allgemeine Mikrobiologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2007)
- Leadbetter, J.R.: *Environmental Microbiology*. Methods in Enzymology 397. Elsevier-Academic Press, New York (2005)
- Madigan, M.T., Martinko, J.M.: *Brock Mikrobiologie*. 11. Aufl. Pearson Studium, München (2009)
- Maier, R.M., Pepper, I.L., Gerba, C.P.: *Environmental Microbiology*. 2nd. ed. Academic Press, San Diego - Imprint von Elsevier (2009)
- Reineke, W., Schlömann, M.: *Umweltmikrobiologie*. Elsevier GmbH Spektrum Akademischer Verlag., Heidelberg (2007)
- Bast, E.: *Mikrobiologische Methoden: Eine Einführung in grundlegende Arbeitstechniken*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (1999)
- Kemp, P.F., Sherr, B.F., Sherr, E.B., Cole, J.J.: *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida (1993)
- Osborn, A.M., Smith, C.J.: *Molecular Microbial Ecology. Advanced Methods*. Taylor & Francis Inc., Abingdon, UK (2005)
- Paul, J.H.: *Marine Microbiology. Methods in Microbiology*. Vol. 30, Academic Press, San Diego, California (2001)
- Reichardt, W.: *Einführung in die Methoden der Gewässermikrobiologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1978)
- Remde, A., Tippmann, P.: *Mikrobiologische Charakterisierung aquatischer Sedimente – Methodensammlung*. Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie (VAAM) (Hrsg.) Oldenbourg Verlag München, Wien (1998)

### Lehrveranstaltungen

Einführung in die molekulare Ökologie der Mikroorganismen	V 2 SWS
Methoden der mikrobiellen Gewässerökologie	V / Ü 2 SWS
Mikroskalige Methoden - Mikrotechniken und Mikrosensoren	V 2 SWS
Molekulare Grundlagen mikrobieller Interaktionen	V 2 SWS
<u>fakultativ:</u>	
Mikrobiologie mariner Lebensräume I	V 1 SWS
Meeresverschmutzung	V 1 SWS

<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h 8LP
<b>Leistungsnachweise</b>	90-minütige Klausur
<b>Einordnung / Dauer</b>	SS / 1 Semester
<b>Zugangsvoraussetzung (empfohlen)</b>	Basismodul Biologie

### 4.1.3. Umwelthydrogeologie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Angewandte Geologie/Hydrogeologie, Institut für Geographie und Geologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Geowissenschaften

#### Modulziele

Kenntnis von boden- und grundwassergefährdenden Stoffen (anorganisch und organisch).

Kenntnisse von Schadstoffquellen und Pfaden, Stofftransport und -umsatzprozessen.

Erlernen von Probenahme- und Analysetechniken.

Kenntnis von Sanierungstechniken für Boden und Grundwasser, Simulation von Grundwasserströmung- und Stofftransport sowie von Stoffumsatzprozessen, Behandlung aktueller Themen.

#### Modulinhalte

Grundwasser und Umwelt

Geogene und anthropogene Beeinflussung von Boden und Grundwasser; Grundwasser und Bodenbelastung in urbanen, ländlichen Regionen der entwickelten sowie sich entwickelnden Länder, auch der tropischer Klimazone; Ökonomische und ökologische Grundwasserbewirtschaftung; Schadstoffherde und -pfade der anorganischen und organischen Boden- und Grundwasserbelastung sowie Sanierungs- und Sicherungstechniken; Methoden der Abwasser- und Abfallbehandlung zur Prävention von Umweltschädigungen sowie Bergbaufolgeschäden; Verfahren in der Umweltgeologie und Umwelttechnik zur Erkennung, Bewertung und Sanierung von Deckgebirgskontaminationen; Umgang mit Regelwerken und Normen (DIN, ISO) zur standardisierten Bearbeitung angewandt geologischer Aufgaben.

Grundwassermodellierung

Umgang mit aktueller hydrogeologischer EDV-Software und Programmierung geringumfänglicher hydrogeologischer Aufgaben; Numerische Modellierung der Grundwasserdynamik mit aktueller Simulationssoftware.

#### Empfohlene Literatur

Fetter, C.W.: *Contaminant Hydrogeology*. Prentice Hall (1998)

Anderson, M.P. and Woessner, W.W.: *Applied Groundwater Modeling*. Academic Press (2002)

#### Lehrveranstaltungen

Grundwasser und Umwelt	V / Ü	3 SWS
Grundwassermodellierung	V / Ü	3 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** Übungsschein

**Einordnung / Dauer** SS / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Einführung in die Geowissenschaften,  
Fachmodul Geowissenschaften

#### 4.1.4. Angewandte Geophysik

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Angewandte Geologie, Institut für Geographie und Geologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Geowissenschaften

##### **Modulziele**

Kenntnisse von Problemen im oberflächennahen Bereich und deren Lösung mit geophysikalischen Verfahren sowie Befähigung zur eigenständigen Auswertung und Interpretation in Kooperation mit anderen Geowissenschaften.

Grundlagen und Funktionsprinzipien der Messmethoden.

Kompetenz zur eigenständigen Korrektur, Auswertung und Interpretation der Messungen im Zusammenhang mit anderen Informationen zur Vorbereitung für Arbeiten in Ämtern, Forschungseinrichtungen, Erdöl- und Erdgasfirmen.

##### **Modulinhalte**

Angewandte Geophysik

Gravitations- und Zentrifugalkraft, Herleitung des Schwerepotentials zur Veranschaulichung der Dichteabhängigkeit des Geoides, Messung der Schwerebeschleunigung mit absoluten und relativen Methoden, Auswertung und Interpretation von Schweremessungen; Mathematische Beschreibung des Erdmagnetfeldes, zeitliche und räumliche Änderungen des Magnetfeldes, Entstehung, Ursache und Messinstrumente zur Bestimmung verschiedener Arten von Gesteinsmagnetismus, Messinstrumente zur Bestimmung einzelner Magnetfeldkomponenten, Auswertung und Interpretation von magnetischen Messungen, Anwendung der Magnetik in der Plattentektonik und angewandten Fragestellungen; Physikalische Grundlagen der Geoelektrik, von der Maxwellgleichung zur Telegraphengleichung, Gleichstromgeoelektrik zur Bestimmung des scheinbaren spezifischen Widerstandes in verschiedenen Anordnungen, Auswertung und Interpretation der Gleichstromgeoelektrik für angewandte Fragestellungen, Entstehung und Ursache der induzierten Polarisation, Anwendung, Messung, Auswertung und Interpretation elektromagnetischer Verfahren in verschiedenen Frequenzbereichen, Grenzen und Auflösungsvermögen der elektromagnetischen Verfahren, spezielle Aufgaben, Fragestellungen und Problembehandlung mit dem Georadar; Elastizitätstheorie, verschiedene Arten seismischer Wellen und deren Ausbreitung im Raum, Ursachen von Erdbeben, Geräte zur Anregung u. zur Aufnahme seismischer Wellen, Prinzip refraktionsseismischer Messungen und deren Auswertung mit verschiedenen Verfahren, Datenaufbereitung, Auswertung und Interpretation reflexionsseismischer Daten.

Computer-Geophysik

Grundlagen der Inversion und Vorwärtsmodellierung und ihre Anwendung auf geophysikalische Daten (z.B. Gravimetrie, Magnetik, Geoelektrik, Radar) mit verschiedenen Programmen.

##### **Empfohlene Literatur**

Berckhmer, H.: *Grundlagen der Geophysik*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft (1997)

Cara, M.: *Geophysik*. Springer (1994)

Israel, H.: *Einführung in die Geophysik*. Springer (1969)

Kertz, W.: *Einführung in die Geophysik*. Bd. 1 und 2, Spektrum, Akad. Verl. (1995)

Liboutry, L.: *Quantitative geophysics and geology*. Springer (2000)

Lowrie, W.: *Fundamentals of geophysics*. Cambridge Univ. Press (1997)

Sleep, N.H.: *Principles of geophysics*. Blackwell Science (1997)

**Lehrveranstaltungen**

Angewandte Geophysik  
Computer-Geophysik

V / Ü 4 SWS  
V 2 SWS

**Arbeitsaufwand und LP**

240 h 8 LP

**Leistungsnachweise**

Übungsschein

**Einordnung / Dauer**

SS / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen)  
Geowissenschaften

Einführung in die Geologie, Fachmodul

#### 4.1.5. Georessourcennutzung

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Ökonomische Geologie/Geochemie, Institut für Geographie und Geologie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Geowissenschaften

##### Modulziele

Kenntnisse zu Vorkommen, Beprobung, Charakterisierung, Bewertung und nachhaltiger Nutzung von Rohstoffen aus Lockersedimenten und von Industriemineralen.

Fertigkeiten zur Aufnahme und Charakterisierung der Bodenzusammensetzung sowie Grundverständnis zu Bodenbildungsprozessen.

Fähigkeiten zur Einschätzung einer nachhaltigen geowissenschaftlichen Bodennutzung.

##### Modulinhalte

Georessourcen-Nutzung (Steine, Erde und Mineralien)

Geologisches Lockermaterial als Baustoff; Natursteinmaterialien und die Umwandlung archäologischer Monumente und historischer Gebäude durch Umwelteinflüsse, Bodentypen, Bodenfruchtbarkeit und Landnutzung unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen. Tone und deren Einsatz in der Industrie.

##### Empfohlene Literatur

Pohl, W.: *Mineralische und Energie-Rohstoffe - Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh. Stuttgart (2005)

Evans, A.M.: *An introduction to Economic Geology and its environmental impact*. Blackwell Science (1997)

##### Lehrveranstaltungen

Ökonomische Geologie von Gesteinen und Mineralien V2 SWS  
Ton- und Bodenmineralogie V / Ü 4 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** 90-minütige Klausur

**Einordnung / Dauer** SS / 1 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) Basismodul Einführung in die Geowissenschaften, Fachmodul Geowissenschaften

#### 4.1.6. Molekulare Modelle der Umweltchemie

**Verantwortliche/r** Lehrstuhl für Biophysikalische Chemie, Institut für Biochemie

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Biochemie

##### Modulziele

Übung in der Benutzung von Programmpaketen und einfachen Skripten

Erwerb von Grundkenntnissen von Kraftfeld- und Optimierungsmethoden

Erwerb von Grundkenntnissen von Standardmethoden der Elektronenstrukturberechnung

Eigenständiger Bau von Molekülmodellen im Computer, Berechnung und Auswertung von Daten zum Vergleich mit Experimenten

##### Modulinhalte

Einarbeitung am Computer in das Betriebssystem Linux, in Molekülgraphikprogramme, in Kraftfeld und Elektronenstrukturprogramme und die Auswertung von Daten mit Hilfe von Skriptsprachen Struktur und Veränderungen, spektroskopische Daten, thermodynamische und dynamische Größen.

Kraftfeldmodelle: Einführung in die Theorie auf der Basis der interatomaren Wechselwirkung bindende und nicht-bindende Energiebeiträge zum Kraftfeld, typische Kraftfelder und ihre Anwendung, Bestimmung der Parameter, insbesondere von Partialladungen, Minimierungsverfahren der potentiellen Energie, lokale Minima der Energie, Neuronale Netze und genetische Algorithmen zur Optimierung, Monte-Carlo-Verfahren, Metropolis-Sampling Moleküldynamische Simulation: Periodische Randbedingung, Darstellung des Lösungsmittels, Poisson-Boltzmann-Gleichung, Optimierte Verfahren zur Energieberechnung Rechenmethode, Zeitschritte und Rechenzeiten, Randbedingungen, Dateistruktur

Elektronenstrukturrechnungen: Einführung in die Theorie auf der Basis der Schrödingergleichung für Moleküle, Numerische Lösung, Hartree-Fock-Verfahren, Slater-Determinanten, lokalisierte Basissätze, Gaussfunktionen, Dichtefunktionaltheorie: Austausch- und Korrelationsenergie, Funktionale ab initio Moleküldynamik

Eigenständige Computerberechnungen zu umweltrelevanten Systemen z.B. Wasser, Clathrate, Treibhausgase, Titandioxid, Halbleiter, Nanokristalle, Grenzflächen, Naturstoffe, Übergangszustände chemischer Reaktionen, Ozon usw.

##### Empfohlene Literatur

Reinhold, J.: *Quantentheorie der Moleküle*. Teubner

Griebel, M. u.a.: *Numerische Simulation in der Moleküldynamik: Numerik, Algorithmen, Parallelisierung, Anwendungen*. Springer

Langel, W.: *Computer Simulation of Surfaces, in Handbook of Theoretical and Computational Nanotechnology*. ASP, Band 9, S. 55

##### Lehrveranstaltungen

Grundlagen des Molecular Modelling	V	2 SWS
Einführung in die Benutzung von Molecular Modelling Programmen	S	2 SWS
Praktikum Computer-Berechnungen an umweltrelevanten molekularen Systemen	P	2 SWS



<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h 8 LP
<b>Leistungsnachweise</b>	30-minütige mündliche Prüfung, Protokoll zum Praktikum
<b>Einordnung / Dauer</b>	SS / 1 Semester
<b>Zugangsvoraussetzung</b> (empfohlen)	Basismodul Chemie, Fachmodul Physikalische Chemie

#### 4.1.7. Kern- und Plasmaphysik für Umweltwissenschaftler

**Verantwortliche/r** Arbeitsgruppe Kolloidale Plasmen, Institut für Physik

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Physik

##### Modulziele

Kenntnis grundlegender Begriffe, Phänomene und Methoden der Kernphysik  
 Fähigkeit zum selbständigen Lösen von Aufgaben der Kernphysik  
 Kenntnis der Kenngrößen und Modelle zur Beschreibung von Plasmen  
 Kenntnis der vielfältigen Erscheinungsformen des Plasmazustandes und der technischen Anwendungen

##### Modulinhalte

Kernphysik

Ladung, Größe, Masse von Kernen, Rutherford-Streuung, Aufbau des Atomkerns aus Nukleonen, Isotope/Isobare/Isotone/Isomere, Bindungsenergien, Kernspin, magnetische Momente, Tröpfchenmodell (Bethe-Weizsäcker), Radioaktivität, Zerfallsarten, Zerfallsgesetz, Stabilitätskriterien,  $\alpha$ -Zerfall,  $\beta$ -Zerfall, Neutrinos,  $\gamma$ -Strahlung, Erhaltungssätze, Energiebilanzen, Kernmodelle, Kernkräfte, Nukleon-Nukleon-Streuung, Schalenmodell, magische Kerne, Kollektivmodell, Rotations- und Schwingungsanregung, Kernreaktionen, Wirkungsquerschnitte, Energieschwellen, Compound-Kern-Reaktionen, direkte Reaktionen, Kernspaltung (Uran), Kernfusion, Elementarteilchen-Phänomenologie, Feynman-Graphen, Fermionen und Bosonen, Quarkmodell, Standardmodell der Teilchenphysik.

Plasmaphysik

Physikalische Kenngrößen (Längen, Frequenzen, Energien) und Einteilung von Plasmen, Plasmen im thermodynamischen Gleichgewicht, Einteilchenmodell, Plasma als Vielteilchensystem (klassische Statistik, kinetische Gleichungen), Makroskopische (hydrodynamische) Beschreibung, Wellen in magnetisierten Plasmen, Plasmaanwendungen

##### Empfohlene Literatur

Kernphysik:

Demtröder: Experimentalphysik 4, Springer  
 Bethge, Walter, Wiedemann: Kernphysik, Springer  
 Mayer-Kuckuk: Kernphysik, Teubner

Plasmaphysik:

Bergmann-Schaefer-Experimentalphysik, Band 5 W. de Gruyter  
 R. J. Goldstone, P. H. Rutherford: Plasmaphysik – Eine Einführung, Vieweg  
 A. Dinklage et al. (Ed.): Plasma Physics, Springer

##### Lehrveranstaltungen

Kernphysik	V/Ü	2/1 SWS
Plasmaphysik	V/Ü	2/1 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** Übungsschein Kernphysik, Übungsschein Plasmaphysik

**Einordnung / Dauer** WS und SS / 2 Semester

**Zugangsvoraussetzung** (empfohlen) alle Basismodule, Physikalische Modellbildung

#### **4.1.8. Wahlveranstaltungen**

**Verantwortliche/r** Prüfungsausschussvorsitzender

**Dozent/innen/en** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Umweltwissenschaften

##### **Modulziele**

Erwerb spezialisierter Kenntnisse in einem umweltrelevanten Bereich, der nicht durch die anderen Spezialisierungen abgedeckt ist

##### **Modulinhalte**

je nach gewählten Lehrveranstaltungen

##### **Empfohlene Literatur**

je nach gewählten Lehrveranstaltungen

##### **Lehrveranstaltungen**

entsprechend der Wahl

##### **Arbeitsaufwand und LP**

240 h 8 LP

##### **Leistungsnachweise**

je nach gewählten Lehrveranstaltungen

##### **Einordnung / Dauer**

WS und/oder SS, Dauer: 1 oder 2 Semester

##### **Zugangsvoraussetzung (empfohlen)**

alle Basismodule

#### 4.2. Betriebs- oder Laborpraktikum

**Verantwortliche/r** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Umweltwissenschaften

##### **Modulziele**

Kenntnisse und Erlernen der alltäglichen Abläufe in einem Betrieb oder Labor anhand einer speziellen Aufgabe.

##### **Modulinhalte**

Entsprechend der vom Leiter/Betreuer der jeweiligen Einrichtung gestellten Aufgabe.

##### **Empfohlene Literatur**

Entsprechend den Empfehlungen des jeweiligen Betreuers

##### **Lehrveranstaltungen**

Betriebs- oder Laborpraktikum P 6 SWS (in der Regel Blockveranstaltung)

**Arbeitsaufwand und LP** 150 h 5 LP

**Leistungsnachweise** Projektarbeit

**Einordnung / Dauer** beginnend im 4. Semester

#### 4.3. Forschungsprojekt

**Verantwortliche/r** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Umweltwissenschaften

##### **Modulziele**

Bearbeitung einer Forschungsaufgabe in einem ausgewählten Fachbereich im Hinblick auf die Bachelor-Arbeit

##### **Modulinhalte**

Entsprechend der vom Leiter/Betreuer der jeweiligen Einrichtung gestellten Aufgabe.

##### **Empfohlene Literatur**

Entsprechend den Empfehlungen des jeweiligen Betreuers

##### **Lehrveranstaltungen**

Forschungsprojekt P 3 +3 SWS

**Arbeitsaufwand und LP** 240 h 8 LP

**Leistungsnachweise** Projektarbeit

**Einordnung / Dauer** beginnend im 5. Semester / 2 Semester

#### 4.4. Bachelor-Arbeit

**Verantwortliche/r** Professor/innen/en und Dozent/innen/en der Umweltwissenschaften

##### **Modulziele**

Darstellung der im Forschungsprojekt erzielten Ergebnisse unter Anleitung des Betreuers in einer wissenschaftlichen Arbeit.

**Arbeitsaufwand und LP** insgesamt 360 h 12 LP