

# Modulhandbuch / Guide

Sommersemester 2023 / Summer Semester  
2023

Studiengang

M.Sc. „Umweltwissenschaften/Environmental  
Sciences“

Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen



**UNI  
FREIBURG**



Foto: Merle Timmermann

## Inhalt / Content

<b>1. Über den Studiengang / About the Programme</b> .....	<b>3</b>
1.1. Studienstruktur / Programme Overview.....	3
1.2. Studienplan / Curriculum.....	8
<b>2. Modulübersichten / Overview of all Modules</b> .....	<b>9</b>
2.1. Modulübersicht Kern- und Profillinienmodule / Overview of Core and Elective Track Modules .....	9
<b>3. Modulbeschreibungen / Course Descriptions</b> .....	<b>10</b>
3.1. Kernmodule / Core Modules.....	11
3.2. Profillinie „Landnutzung und Naturschutz“ (LAND) .....	18
3.3. Profillinie „Ökologie des Klimawandels“ (KLIMA).....	24
3.4. Profillinie „Environmental Modelling and GIS“ (GIS) (English).....	29
3.5. Elective Track “Wildlife and Biodiversity” (WB) (English) .....	34
3.6. Elective Track “Biomaterials and Bioenergy” (BB) (English).....	38
<b>4. Raumpläne / Room Plans</b> .....	<b>44</b>
<b>5. Ansprechpartner / Contact persons</b> .....	<b>44</b>

# 1. Über den Studiengang / About the Programme

## 1.1. Studienstruktur / Programme Overview

*[English version below]*

### **Ziel**

Der Schutz und die nachhaltige Nutzung terrestrischer Ökosysteme stehen im Mittelpunkt des M.Sc. Studiengangs Umweltwissenschaften an der Universität Freiburg. In Freiburg sind die Umweltwissenschaften geprägt durch das interdisziplinäre Miteinander der Forstwissenschaften, Geowissenschaften, Geographie und Hydrologie. Diese Kombination bringt die Studierenden der Umweltwissenschaften in den Genuss von ökologisch-naturwissenschaftlichen sowie sozioökonomischen und planerischen Veranstaltungen zur Vermittlung von umweltrelevantem Grundlagenwissen aus den verschiedenen Bereichen. Ebenso bieten wir Ihnen die Möglichkeit, das erlangte Grundlagenwissen im Rahmen anwendungsorientierter Module zur Lösung von Umweltproblemen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene anzuwenden und weiterzuentwickeln.

Unser Ziel ist es, die Studierenden auf diese Weise mit den theoretischen Kenntnissen und praktischen Fähigkeiten vertraut zu machen, die im breiten Spektrum möglicher Arbeitsbereiche von Umweltwissenschaftler\*innen in Wissenschaft und Praxis unverzichtbar sind.

Die Aufteilung des Studiengangs in Profillinien sowie die flexible Modulwahl im Kern- und Wahlpflichtbereich erlauben es, den Studierenden ihr eigenes, individuelles Ausbildungsprofil zusammen zu stellen.

### **Sprache**

Das Masterstudium kann komplett auf Deutsch oder auf Englisch absolviert werden (mit jeweils unterschiedlichen Profillinien), aber auch eine Kombination von deutsch- und englischsprachigen Modulen ist möglich. Für die Zulassung zu einer Profillinie ist ein Nachweis über das Sprachniveau C1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens erforderlich. Muttersprachler sind von der Nachweispflicht ausgenommen

Für die Teilnahme an Kernmodulen ist ein Nachweis über das Sprachniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens erforderlich. Muttersprachler sind von der Nachweispflicht ausgenommen.

## **Aufbau des Studiums**

Alle Module sind als 3-wöchige Blockveranstaltungen mit je 5 ECTS Punkten organisiert. Das Semester besteht also aus einer Abfolge von 3-wöchigen Modulen, die alle mit einer Prüfung abgeschlossen werden. Der große Vorteil dieser modularen Struktur ist, dass sie viel Raum für ganz unterschiedliche und auf Inhalte abgestimmte Lern- und Lehrformen bietet. Es gibt drei unterschiedliche Typen von Modulen:

### 1. Kernmodule

Im ersten und zweiten Semester sind insgesamt 5 Kernmodule (25 ECTS) zu absolvieren. Die Kernmodule können aus einem Pool von insgesamt 8 Kernmodulen frei gewählt werden (2 dt./4 engl., 1 dt.+engl.). Funktion der Kernmodule ist es, einerseits notwendige Grundlagen für die Profillinien-Module zu schaffen und andererseits komplementäre Bereiche zu erschließen.

### 2. Profillinien-Module

Zur individuellen Profilbildung werden zwei deutschsprachige und drei englischsprachige Profillinien angeboten. Die Wahl der Profillinie ist bereits bei der Bewerbung zu treffen, da die für den Schwerpunkt erforderlichen Vorkenntnisse geprüft werden müssen. In der Profillinie sind sechs Module im Umfang von insgesamt 30 ECTS-Punkten zu belegen. Auf Antrag kann von den 6 Profillinien-Modulen eines gegen ein Modul einer anderen Profillinie des Studiengangs ausgetauscht werden. Die Profillinien-Module finden im ersten und zweiten Semester statt.

### 3. Wahlpflichtmodule

Im dritten Semester sind Wahlpflichtmodule (WPM) im Umfang von insgesamt 25 ECTS-Punkten zu belegen. Die Studierenden können aus einer Vielzahl von deutschen oder englischen Modulen wählen und somit ihr Profil vertiefen oder erweitern, je nach Interesse. Neben den eigens für die beiden Masterstudiengänge Forstwissenschaft und Umweltwissenschaften konzipierten Wahlpflichtmodulen, können auch Module anderer **Masterstudiengänge der Fakultät** als WP belegt. Es besteht außerdem die Möglichkeit bis zu zwei WP durch das Anfertigen einer schriftlichen Arbeit zu einem selbst gewählten Thema, einem sogenannten „[Aktuellen Thema](#)“, zu ersetzen.

### Praktikum

Für den erfolgreichen Abschluss des M.Sc. Umweltwissenschaften ist ein Praktikum (10 ECTS) von mindestens 7 Wochen (Vollzeit) erforderlich. Es wird in der Regel in der vorlesungsfreien Zeit zwischen dem zweiten und dritten Fachsemester absolviert, kann aber bei Bedarf auch flexibel zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt werden.

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

Das Praktikum ermöglicht den Studierenden Praxiserfahrung zu sammeln und ist außerdem eine gute Gelegenheit mögliche Berufsfelder und Karrieremöglichkeiten zu erkunden. Es kann in Deutschland oder im Ausland entweder zusammenhängend oder aufgeteilt auf zwei jeweils mindestens dreiwöchige Praxisphasen abgeleistet werden.

Praktika müssen von den Studierenden selbstständig gesucht und organisiert werden, aber alle Lehrenden sind auf Anfrage gerne bereit, Ihnen Tipps und Kontakte aus ihren Netzwerken zu geben.

Weitere Informationen zum administrativen Vorgehen, zur Förderungsmöglichkeiten und zu bisherigen Praktikumsstellen finden Sie auf der [Website des Studiengangs](#).

### Masterarbeit

Die Masterarbeit hat einen Leistungsumfang von 30 ECTS-Punkten und ist eine Prüfungsarbeit, in der der Kandidat/ die Kandidatin zeigen soll, dass er/sie in der Lage ist, innerhalb der vorgegebenen Frist (6 Monate) ein Thema aus seinem/ihrem Studienfach nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse adäquat darzustellen.

Weitere Informationen finden Sie im [Leitfaden Masterarbeit](#) auf der Website des Studiengangs.

*[English version]*

## **Aim**

The protection and the sustainable use of terrestrial ecosystems are at the center of the MSc Environmental Sciences programme at Freiburg University. Environmental Sciences is a comparatively young discipline, which deals with the impact of humans on the environment. In Freiburg, the Environmental Sciences are shaped by interdisciplinary links with Forest Sciences, Geosciences, Geography and Hydrology. This combination brings students the benefit of having a wide array of courses, which tackle fundamental environmental issues from different perspectives, from those based on ecological and natural sciences to perspectives from socioeconomic and planning disciplines. By combining theory-driven modules with a number of application-oriented modules, students are provided with opportunities to apply and develop strategies for environmental problems at a regional, national and international level.

## **Language**

It is possible to complete the master's program entirely in English or with a focus on German taught modules. The combination of an English elective track with German core modules or vice versa is also possible. For admission into an elective track, proof of a C1 language level in the Common European Framework is required. Native speakers are exempt from this obligation. For participation in core modules, proof of a B2 language level in the Common European Framework of Reference is required. This proof must be submitted by ALL applicants, including those who choose a German elective track, as 2 of the 5 core modules are offered exclusively in English. Native speakers are exempt from this obligation.

## **Structure**

All modules are organized as three-week block courses (modules). The semester thus consists of a sequence of 3-week modules, all of which are completed with an examination. The great advantage of this modular structure is that it offers a great deal of space for very different and tailored-to-content learning and teaching.

## Core Modules

During the first and second semester a total 5 **core modules** (25ECTS) need to be accomplished. The core modules can be selected freely from a pool of 8 core modules (2 German / 5 English / 1 bilingual). The function of the core modules is, on the one hand, to create the necessary foundations for the elective tracks and, on the other hand, to tap complementary areas.

### Elective Track Modules

For individual profile formation, two German-speaking and three English-speaking elective tracks are offered. The selection of the elective track has to be made at the time of the application, as the previous knowledge required for the focus has to be examined. In the elective track, six modules of 30 ECTS credits are required. Upon request, one of the 6 elective track modules can be exchanged for a module of a different elective track.

### Individual Elective Modules

In the third semester **compulsory individual elective modules** totaling 25 ECTS credits are required. Students can choose from a variety of German or English modules and thus deepen or expand on their track, depending on the interest. In addition to the individual elective modules specially designed for the two master's courses forestry and environmental sciences, modules of other [Faculty master programmes](#) can also be used as individual electives. There is also the possibility to replace an individual elective by conducting a research paper on a self-chosen topic, a so-called "[current topic](#)".

### Internship

An internship (10 ECTS) of a minimum duration of 7 weeks (full time) is mandatory for successful completion of the program. It is usually completed during the lecture-free periods between the second and third semester, but can also be carried out flexibly at another time, if required. The internship provides the student with some work experience, but is also an excellent opportunity to explore a particular professional area and obtain hints for a future career. It can be done in Germany or abroad and arranged either in a contiguous or divided manner, on two practice phases lasting at least three weeks each. Internships have to be independently sought and organized by the students, but all professors are willing to give you tips and contacts from their networks on request.

### Master Thesis

The Master's Thesis comprises 30 ECTS Credit Points and within a set time period of six months the student is required to proof her or his ability of working on a field-related topic while applying respective scientific methods. At the end of the six months period he or she must be capable of adequately presenting his/her final results. For more information download the [Master Thesis Guideline](#).

## 1.2. Studienplan / Curriculum

Stand: 06.03.2018

### Umweltwissenschaften / Environmental Sciences – Studienverlauf ab WS 17/18

<b>Masterarbeit / Master Thesis</b>											
<b>4. SoSe</b>											
<b>3. WiSe</b>	Praktikum	Wahlpflichtmodule									
	Internship	Individual Electives									
<b>2. SoSe</b>											
<b>1. WiSe</b>											

Umweltwahrnehmung und Umweltbildung (Kleinschmitz)		Renaturierungsökologie mit Schwerpunkt Vegetation (Klein)		Landnutzung und Naturschutz	
Nachhaltige Landnutzung im Klimawandel (Lang)		Experimentelle Ökosystemforschung (Kreuzwieser)		Ökologie des Klimawandel	
Environmental Statistics (Dormann)		Modelling Environmental Systems (Dormann)		Environmental Modelling and GIS (e)	
Protected Area Management (Heurich)		Insect Communities and Dynamics (Boppé)		Wildlife and Biodiversity (e)	
Physical + Mechanical Behavior of Wood (Laborie)		Bioenergy II: Bioenergy from Woody Biomass (Paczkowski)		Biomaterials and Bioenergy (e)	
Elective tracks / Profillinien					
Nachhaltiges Energie- & Stoffstrommanagement (Pauliuk)		Freilandökologie (d + e) (Klein)		<b>Praktikum</b>	
Ecosystem Management (Pokorny)					
Elective tracks / Profillinien					
Core Modules / Kermodule		Forschungskompetenzen (Kruise)		Nachhaltige Landnutzung und Naturschutz (Klein)	
		Research Skills (Dormann)		Konzepte der Klimafolgenforschung (Wermer)	
		Ecosystem Processes and Functioning (Wermer)		Umweltverträglichkeitsprüfung (Koch)	
		Environmental Policy (Kruise)		Labormethoden (Lang)	
		Environmental Economics (Baumgärtner)		Databases and Geovisualisation (Dormann)	
				Conservation Biology (Storch)	
				Structure and Conversion of Lignocellulose (Laborie)	

Nachhaltige Regionalentwicklung (Schanz)		Nachhaltige Landnutzung und Naturschutz (Klein)		Landnutzung und Naturschutz	
Grundlagen des Klimawandels (Schindler)		Konzepte der Klimafolgenforschung (Wermer)		Ökologie des Klimawandel	
Data Collection, - Storage, - Management (Lange)		Process Modelling with Numerical Methods (Schack-Kirchner)		Umweltmodellierung und GIS (e)	
Biodiversity (Boppé)		Research in Wildlife Ecology (Segelbacher)		Wildlife and Biodiversity (e)	
Introd. to Bioresources and their Chemistry (Laborie)		Bioenergy I: Bioenergy From Non-woody Biomass (Paczkowski)		Biomaterials and Bioenergy (e)	
Elective tracks / Profillinien					



## 2. Modulübersichten / Overview of all Modules

### 2.1. Modulübersicht Kern- und Profillinienmodule / Overview of Core and Elective Track Modules

Sommersemester 2023

KW	16 - 18 17.04. - 05.05.	19 - 21 08.05. - 26.05.	22 *Fingstpause* 29.05. - 02.06.	23 - 25 05.06. - 23.06.	26 - 28 26.06 - 14.07.	29 - 31 17.07 - 04.08.	
2. FS Umweltwissenschaften / Environmental Sciences	Nachhaltiges Energie- u. Stoffstrommanagement	Freilandökologie					
	42120 Pauliuk	42140 Fontana					
	Ecosystem Management	Field Ecology					
	94265 Pregermig	42260 Fontana					
	Umweltwahrnehmung u. Umweltbildung	Formenkenntnisse, Biodiversität u. Funktionen					PL "Landnutzung und Naturschutz" (Land)
	51190 Kleinschmit	51180 Klein					51195 Hauck
	Nachhaltige Landnutzung im Klimawandel	Angewandte Klimafolgenforschung					Experimentelle Ökosystemforschung
	56170 Lang	56180 Werner					56190 Kreuzwieser
	Environmental Statistics	GIS Plus					Modelling Environmental Systems
	57140 Dormann	57150 Weimacker					57165 Dormann
	Bio-based Polymers	Innovative Use of Lignocelluloses					Bioenergy
	55145 Laborie	55170 Laborie					93931 Paczkowski
	Protected Area Management	Conservation of Forest Biodiversity					Insect Communities and Dynamics
	52170 Heurich	52180 Storch					52145 Biedermann
01.04. - 26.04.	01.04. - 14.06.	01.04. - 17.05.	01.04. - 05.07.	01.04. - 26.07.			
Prüfungs- anmeldung							

### 3. Modulbeschreibungen / Course Descriptions

3.1. Kernmodule / Core Modules.....	11
3.2. Profillinie „Landnutzung und Naturschutz“ (LAND).....	18
3.3. Profillinie „Ökologie des Klimawandels“ (KLIMA).....	24
3.4. Profillinie „Environmental Modelling and GIS“ (GIS) (English).....	29
3.5. Elective Track “Wildlife and Biodiversity” (WB) (English).....	34
3.6. Elective Track “Biomaterials and Bioenergy” (BB) (English).....	38

Die Reihenfolge der Modulbeschreibungen innerhalb eines Kapitels erfolgt nach zeitlicher Abfolge der Module (sh. auch Kap. 2).

The order of the module descriptions within one chapter results from the chronological sequence of the modules (chapt. 2).

### 3.1. Kernmodule / Core Modules

Modulnummer 42120	Modulname Nachhaltiges Energie- und Stoffstrommanagement	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften M.Sc. Forstwissenschaften	<b>Modultyp</b> Kernmodul	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesungen, Übungen, Computerpraktikum, Exkursion	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Methoden werden wiederholt, Vorwissen sollte vorhanden sein	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) Klausur (60%), schriftliche Ausarbeitung: Pflichtübung (5-15 Seiten, 40%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, davon 70 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Ph.D. Stefan Pauliuk		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b>		
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Im Modul „Nachhaltiges Energie- und Stoffstrommanagement“ erlernen die Studierenden die Grundlagen und die Anwendung der quantitativen Systemanalyse auf sozioökologische Systeme. Das Modul verbindet die Theorie sozioökologischer Systeme (1) mit den Grundlagen der quantitativen Analyse von Systemen (2). Außerdem wird umfangreiches Faktenwissen über die stoffliche und energetische Grundlage unserer Gesellschaft (3) sowie Methodenkompetenz zu deren Analyse (4) vermittelt. Die vier Bereiche werden in den Vorlesungen und Übungen eng miteinander verzahnt.</p> <p><b>1) Theorie sozioökologischer Systeme:</b> Ausgehen vom ‚Zwei-Sphären-Modell‘ wird eine interdisziplinäre Theorie sozio-ökologischer Systeme (SES, von socioecological systems) vorgestellt, die als theoretisches Fundament des gesamten Kurses dient. Es wird gezeigt wie Brückenkonzepte und Paradigmen verschiedene Aspekte von SES vom Blickwinkel der Sozial- und Naturwissenschaften beschreiben. Zentrale Konzepte der Beschreibung und praktischen Umsetzung von Nachhaltigkeit werden vorgestellt und mit Hilfe der allgemeinen Theorie eingeordnet. Diese Konzepte sind z.B. ‚Safe operating space for humanity‘, soziometabolische Regimes, soziometabolische Übergänge, ‚Sustainable Development Goals‘, sowie die Wirtschaftsformen ‚circular economy‘, ‚performance economy‘, ‚bioeconomy‘, sowie ‚spaceman economy‘.</p> <p><b>2) Grundlagen der quantitativen Systemanalyse:</b> Systemdefinition, Systemvariablen und Parameter, Bilanzgleichungen, Systemgleichungen und deren analytische und numerische Lösung, Fehlerbetrachtung und Fehlerfortpflanzung, Datenqualität und Messabweichungen, statische, stationäre und dynamische Systeme, Stoffkreisläufe und Produktsysteme</p> <p><b>3) Methoden der Systemanalyse:</b></p> <p>Die Energie- und Stoffstromanalyse industrieller Systeme ist die grundlegende Methode zur Quantifizierung der Energie- und Materialebene der menschlichen Gesellschaft (Baccini und Brunner 2012). Mit ihrer Hilfe</p>		

werden die Material- und Energieflüsse und -bestände in technischen Prozessen in einem Systemkontext erfaßt und so die Grundlage für die Bewertung und Entscheidungsfindung gelegt. Die Input-Output-Analyse ist ein wichtiges Werkzeug zum Studium industrieller Systeme und zur Berechnung von sogenannten Fußabdrücken für CO<sub>2</sub>, Wasser, Landnutzung und andere Ressourcen. Beide Methoden werden ausführlich erläutert und anhand von mehreren Übungen vermittelt. Außerdem werden die Grundlagen der Ökobilanzierung vermittelt. Die Ökobilanzierung (Englisch: Life Cycle Assessment, LCA) ist eine weithin akzeptierte und angewandte Methode zur Umweltbewertung von Produkten und Dienstleistungen.

#### **4) Die biophysikalische Grundlage der menschlichen Gesellschaft und deren nachhaltige**

**Umgestaltung:** Neben der Theorie und den Methoden des Stoffstrommanagements wird in speziellen Hintergrundvorlesungen umfangreiches Faktenwissen über die stofflichen und energetischen Grundlagen zentraler menschlicher Aktivitäten wie Wohnen, Arbeiten, Transport, Kommunikation, Ernährung oder Reinigung vermittelt, welches dann auch die Grundlage für die jeweiligen Übungen bildet. Zu den Fakten kommt das Wissen um die Zusammenhänge im System ‚gesellschaftlicher Stoffwechsel‘ und um den Umbau des gesellschaftlichen Stoffwechsels in Hinblick auf dessen nachhaltige Entwicklung. Der letzte Punkt speist sich vor allem aus dem Fünften Sachstandsbericht des IPCC.

#### **Folgende mathematische Methoden kommen während des Kurses zu Anwendung:**

- + Grundlagen der linearen Algebra: Matrixmultiplikation und –inversion, Multiplikation von Matrizen mit Vektoren, Umstellung von Matrixgleichungen, lineare Gleichungssysteme
- + Ausführen einfacher Berechnungen mit MS Excel (z.B. Zeilensumme, Multiplikation)
- + Grundlegende Kenntnisse der Differentialrechnung: partielle Ableitung von einfachen Funktionen zu bilden.

Die Methoden werden während des Kurses kurz wiederholt, es wird aber davon ausgegangen, dass entsprechendes Vorwissen vorhanden ist bez. überwiegend selbständig erworben wird.

#### **Qualifikations- und Lernziele**

Die an diesem Modul teilnehmenden Studierenden sollen:

- grundlegende Kompetenzen in quantitativer Systemanalyse zur Behandlung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen erwerben
- mit der Theorie sozio-ökologischer System vertraut werden und zeitgemäße Konzepte zur nachhaltigen Entwicklung, wie das des ‚safe operating space for humanity‘ kennenlernen und lernen, diese Konzepte kritisch zu diskutieren
- die Grundlagen der Energie- und der Stoffstromanalyse verstehen und anwenden lernen
- die Grundlagen der Input-Output-Analyse verstehen und anwenden lernen
- mit den Grundkonzepten der Ökobilanzierung (LCA) vertraut werden
- lernen, mit quantitativen Daten umzugehen, und insbesondere die Fehlerfortpflanzung und die Monte-Carlo-Simulation anzuwenden
- mit gängiger Software (Excel oder R) konkrete Fallbeispiele des nachhaltigen Energie- und Stoffstrommanagements modellieren können
- umfangreiches Faktenwissen zur stofflichen und energetischen Grundlage menschlicher Aktivitäten erwerben

- den gesellschaftlichen Stoffwechsel als komplexes System verstehen lernen und mit den zentralen Strategien zum Umbau der biophysikalischen Grundlage unserer Gesellschaft vertraut werden
- Verständnis über Möglichkeiten und Grenzen der vorhandenen Werkzeuge und Verfahren entwickeln und Erfahrungen in der Auswahl und Anwendung von quantitativen Analysemethoden sammeln

#### Literatur und Arbeitsmaterial

**Practical Handbook of Material Flow Analysis. By Paul H Brunner, and Helmut Rechberger. CRC/Lewis, 2004. ISBN: 0203507207. Provided on ILIAS.**

Metabolism of the Anthroposphere, second edition. By Peter Baccini and Paul H. Brunner. MIT press, 2012, ISBN: 978-0262016650

Input-Output Analysis Foundations and Extensions. By R.E. Miller and P.D. Blair. Cambridge University Press, 2009. ISBN: 978-0521739023

**The LCA Textbook. Chapters 1, 2, 8, and 10.** <http://www.lcatextbook.com/>

Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. By Walter Klöpffer und Birgit Grahl. Wiley-VCH, 2009. ISBN: 978-3-527-32043-1.

The Economics of the Coming Spaceship Earth. Kenneth E Boulding. Buchkapitel in "Environmental Quality in a Growing Economy", 1966. Johns Hopkins University Press.  
<http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsprometheus/BOULDING.pdf>

The role of in-use stocks in the social metabolism and in climate change mitigation. Stefan Pauliuk. Global Environmental Change 24, 2014, pp 132-142. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2013.11.006

IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_summary-for-policymakers.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf)

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen**  
**Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 94265	<b>Name of Module</b> Ecosystem Management	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Governance M.Sc. Forest Sciences M.Sc. Environmental Sciences M.Sc. Geographie Globaler Wandel	<b>Type</b> Core Module Core Module CoreModule Elective	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / Summer Semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, excursions, group work, tutorials, independent learning	<b>Prerequisites</b> Excellent English skills! Vaccination against ticks & tetanus & preferably covid19, passport needed!	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) Assessment Report (max. 2500 words)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, of this 55 attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Michael Pregernig		
<b>Additional teaching staff</b>		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>The concept of Ecosystem Management has merged as a new paradigm for the management of natural resources. It is based on the objectives of sustainable use and conservation of natural resources as well as fair and equitable sharing of benefits from ecosystem goods and services. Underpinning this approach are explicit objectives for the management of natural resources that can be translated into measurable goals, which lend themselves to monitoring. Ecosystem management recognizes that ecosystems are complex and interconnected systems, which function on a range of spatial and temporal scales. While management should be based on sound ecological models and understanding aiming at maintaining ecosystem integrity, the approach acknowledges that knowledge on ecosystems is limited and the paradigms provisional and likely to change in future. Consequently, management approaches are being viewed as hypotheses that require testing through systematic research and monitoring resulting in adaptive management. In this module, students will be introduced to the concepts underpinning the Ecosystem Management to enable them to critically evaluate the strengths and limitations of the approach. The module comprises a one-week excursion to visit landscape settings, which serve as a case study to examine the approach. In the last phase of the module, the students discuss their field experiences, and, based on that, work out a report in which they assess the feasibility, potential and limitations of the approach</p>		
<p><b>Learning goals and qualifications</b></p> <p>In this module students learn to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic ecological principles</li> <li>• identify and analyse the importance of ecosystem functions</li> <li>• interpret the main concepts underpinning the Ecosystem Management Approach</li> <li>• recognize the necessity to integrate social and natural science knowledge for effective ecosystem management</li> <li>• evaluate the strengths and limitations of the Ecosystem Management approach using a case study of a forested landscape in Central Europe</li> <li>• produce a framework for Ecosystem Management, recombining concepts and principles learned during the course</li> </ul>		

**Core Readings**

- Bundesamt für Naturschutz 2008. Landscape Planning. The basis of sustainable landscape development. BfN, Bonn. 50p
- Cortner, H.J. and Moote, M.A. 1999. The politics of ecosystem management. Washington, DC: Island Press. Chapters 3+4 (pp. 37-72)
- Noon, B.R. & J.A. Blakesley (2006): Conservation of the Northern Spotted Owl under the Northwest Forest Plan. *Conservation Biology* 20 (2): 288-296
- Rigg, C. (2001): Orchestrating Ecosystem Management: Challenges and Lessons from Sequoia National Forest. *Conservation Biology* 15 (1): 78-90

<b>Modulnummer</b> 42140	<b>Modulname</b> Freilandökologie	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> Kernmodul	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Projektarbeit	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Statistische Grundkenntnisse, Umgang mit R, Grundkenntnisse in Vegetationsbestimmung	<b>Sprache</b> Deutsch (Englisch)
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) PL: Research Note (5-15 Seiten), SL: Gruppenpräsentation		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, davon 45 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Dr. Alexandra-Maria Klein		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b> Dr. Judith Trunschke, Dr. Dmitry Wintermantel		
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen verschiedener feldökologischer Methoden in Bodenökologie (z.B. Bodenwasserbestimmung, Regenwurmabundanz), Vegetationsökologie (z.B. Vegetationsaufnahmen, Chlorophyllgehalt) und Tierökologie (z.B. Blütenbeobachtungen, Cafeteria Experimente)</li> <li>• Entwicklung eines eigener ökologischen Forschungsprojektes (Fragestellung, Hypothese, Wahl passender Methodik und Analyse)</li> <li>• Durchführung des Gruppenprojektes, wobei die erlernten Methoden und statistische Auswertung genutzt werden</li> <li>• Erkennen der Zusammenhänge und Korrelationen zwischen den ökologischen Fachrichtungen</li> <li>• Verbindung zur Praxis herstellen können, Erkennen der Relevanz der erlernten Kenntnisse und Kompetenzen für zukünftige Anwendungen</li> </ul>		
<b>Qualifikations- und Lernziele</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen der Feldökologie und können Querverbindungen zwischen den einzelnen Fachgebieten und Sichtweisen herstellen. Da in unterschiedlichen Habitaten gearbeitet wird, spielen Fragen der Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse eine große Rolle.</li> <li>• können Zusammenhänge zwischen den Erkenntnissen aller Disziplinen in übergreifenden wissenschaftlichen Fragestellungen erkennen und erläutern.</li> <li>• erlangen methodische Kenntnisse in Bodenökologie, Vegetationskunde und Pflanzen-Tier-Interaktionen sowie deren Relevanz für die Praxis</li> </ul>		
<b>Literatur und Arbeitsmaterial</b> Methodenhandbuch (steh auf Ilias zur Verfügung) Relevante Artikel für die jeweiligen Vorlesungen (werden jeweils in den Vorlesungen angekündigt)		



**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 42260	<b>Name of Module</b> Field Ecology	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Core Module	<b>Semester / Rotation</b> 2nd / summer term
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, tutorial, project work	<b>Prerequisites</b> Basic statistical knowledge, basic skills in R, basic knowledge on plant species identification	<b>Instruction Language</b> English (German)
<b>Type of examination (duration)</b> Short research note (5 -15 pages, PL) and group presentation (SL)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, thereof 45 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Alexandra-Maria Klein		
<b>Additional teaching staff</b> Dr. Judith Trunschke, Dr. Dimitry Wintermantel		
<b>Syllabus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning various field methods used in soil ecology (i.e. water capacity, earthworm abundance), vegetation ecology (i.e. vegetation relevees, chlorophyll measurements) and animal ecology (flower observations, cafeteria experiments)</li> <li>• Development of own ecological research project (research questions, hypothesis, choice of method, analysis)</li> <li>• Execution of group project, utilizing the introduced and practiced methods and statistical analyses</li> <li>• Recognizing connections and context between the different fields of ecology</li> <li>• Making the connection to real-world scenarios, recognizing the relevance of the newly acquired skills and knowledge for future applications</li> </ul>		
<b>Learning goals and qualifications</b> Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• will gain basic knowledge in field ecology and will be able to establish connections between different ecological disciplines.</li> <li>• will work in different habitats and landscapes and will therefore be able to generalize their acquired knowledge and skills.</li> <li>• can recognize connections between the different disciplines and can exemplify in ecological research projects.</li> <li>• will gain methodological knowledge in soil ecology, vegetation ecology and animal ecology and their relevance for real-world scenarios.</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> Relevant papers for lectures (will be announced in their specific lectures). Methods reader (available on Ilias).		

### 3.2. Profillinie „Landnutzung und Naturschutz“ (LAND)

<b>Modulnummer</b> 51190	<b>Modulname</b> Umweltwahrnehmung und Umweltbildung	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Seminar, Exkursionen	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> -	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) Schriftliche Ausarbeitung (50%); Poster + Präsentation (50%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, davon 60 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Dr. Uwe E. Schmidt, Dr. Markus Herbener		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b> Ulrike Schuth		
<b>Inhalte</b> Das Modul „Umweltwahrnehmung und Umweltbildung“ stellt eine Veranstaltung dar, die Umweltwahrnehmung analysiert und entsprechende Konzepte der Umweltbildung vermittelt und praktisch umsetzt 1. Woche: Zunächst werden Umweltwahrnehmungen in Gegenwart und Vergangenheit aufgezeigt. Dabei werden u.a. naturbezogene philosophische Ansätze, die geschichtlichen Entwicklungslinien der Nachhaltigkeit sowie des Natur- und Umweltschutzes vorgestellt und kritisch hinterfragt. Landschafts- und umweltprägende Faktoren sowie das Erkennen, Interpretieren und Schützen von Bodendenkmälern werden auf Exkursionen innerhalb der Stadtgemarkung Freiburg, auf dem Feldberg und am Oberrhein veranschaulicht und vertieft. 2. Woche: Zunächst werden die konzeptuellen Hintergründe der Umweltbildung dargestellt, inkl. Umweltethik und Nachhaltigkeitszielen. Die Besonderheiten von Umweltbildung und Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) werden erarbeitet und anhand von Praxisbeispielen aus beiden Bereichen veranschaulicht. 3. Woche: Abschließend werden die theoretisch vermittelten Inhalte in der Praxis geprüft. Eigene Studien zur Umweltwahrnehmung, zur Umweltbildung oder zur Verknüpfung von beiden schließen das Modul ab.		
<b>Qualifikations- und Lernziele</b> Das Modul vermittelt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Grundlagen der Umweltwahrnehmung in den Bereichen Nachhaltigkeit, Natur- und Umweltschutz, Landschaftsentwicklung und Denkmalschutz im Wald (Feldstudien)</li> <li>• Theoretische Basis der Umweltbildung und Besonderheiten der Umweltbildung (BNE)</li> <li>• Umsetzung in der Praxis</li> </ul>		
<b>Literatur und Arbeitsmaterial</b> Literatur wird zu Beginn des Moduls auf Ilias bereitgestellt.		

<b>Modulnummer</b> 51180	<b>Modulname</b> Formenkenntnisse, Biodiversität und Funktionen	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesungen, Übungen, Exkursionen, Gruppenarbeit	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Grundkenntnisse in der Bestimmung von Pflanzen und Insekten	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> Klausur (100%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, davon 90 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Dr. Alexandra- Maria Klein		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b> Felix Fornoff		
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Vertiefte Kenntnisse in der Taxonomie und Systematik von Pflanzen und Insekten sind für viele Berufe im Naturschutz notwendig und sind unabdingbar für die Biodiversitätsforschung. In diesem Modul werden wir anhand von klassischen Bestimmungsschlüsseln und Fachliteratur das Bestimmen von Blütenpflanzen, Wildbienen und Tagschmetterlingen/Widderchen vertiefen, um zu verdeutlichen wie wichtig Artenkenntnisse für die Beurteilung von naturschutzfachlichen Bewertungen und für die Biodiversitätsforschung sind. Dabei wird vertieftes Fachwissen zur Taxonomie und Biologie (vor allem von Merkmalen „traits“) von häufigen und seltenen Familien, Gattungen und Arten vermittelt. Auf Exkursionen werden wir das Wissen ausbauen und vertiefen und Fragestellungen erarbeiten, die für den praktischen Biodiversitätsschutz von Bedeutung sind. In Gruppenarbeiten werden im Gelände Daten zu Biodiversitätsfragen gesammelt, die Arten bestimmt und anhand von verschiedenen Auswertungsverfahren analysiert. Wir wollen damit erarbeiten, in welchen naturschutzfachlichen und wissenschaftlichen Zusammenhängen, detaillierte Artenkenntnisse nötig sind und wann das Konzept der „Morphospecies“ angewandt werden kann. Das Modul ist in drei Teile unterteilt.</p> <p><i>1. Woche:</i> Zunächst werden wir die Grundlagen zur Taxonomie/Systematik und der Bestimmung von Pflanzen, Wildbienen und Tagschmetterlingen/Widderchen in Form von Vorlesungen und Bestimmungsübungen vermitteln und vertieft üben, um die Fachterminologie einzuprägen und einen sicheren Umgang mit den Bestimmungsschlüsseln zu erlernen.</p> <p><i>2. Woche:</i> Wir werden ein Zielgebiet außerhalb Freiburgs heraussuchen, in dem wir die Woche zusammen verbringen. Dort werden wir Exkursionen durchführen um Artenkenntnisse zu vertiefen. In Gruppenarbeit werden Fragestellungen aus der Biodiversitätsforschung und angewandtem Naturschutz entwickelt und ein standardisiertes Arteninventar, anhand verschiedener Methoden (Braun-Blanquet, Transekte, Punktaufnahmen, Lebendfallen) aufgenommen und ausgewertet.</p> <p><i>3. Woche:</i> Die Gruppenarbeiten werden in Präsentationen zusammengeführt und abschließend den Teilnehmern und Dozenten des Moduls als Studienleistung vorgestellt. Am letzten Tag werden wir das erlernte Wissen und Fähigkeiten abfragen. Dazu müssen Familien, Gattungen und Arten aus den verschiedenen taxonomischen Gruppen (auch im fixierten Zustand z.B. Herbarmaterial) erkannt und nach Bestimmungsschlüsseln bestimmt werden. Weiter werden Theorien zur Biodiversitätsbewertung abgefragt</p>		

### **Qualifikations- und Lernziele**

Die Studierenden

- erlangen Artenkenntnisse zu Gefäßpflanzen (mit Schwerpunkt auf Blütenpflanzen), Hymenoptera (mit Schwerpunkt auf Wildbienen), Lepidoptera (mit Schwerpunkt auf Tagfalter und Widderchen) in Deutschland
- erlernen den Umgang mit Bestimmungsschlüssel und Apps, die Terminologie sowie Merkmale für systematisch definierte Einheiten
- erlernen die Anwendung von standardisierten Methoden für die Biodiversitätserfassung
- können Hypothesen formulieren, Daten aufnehmen, Auswertungen und Interpretationen zu Biodiversitätsbewertung durchführen

### **Literatur und Arbeitsmaterial**

Literatur wird zu Beginn und fortlaufend während des Moduls auf Ilias bereitgestellt. Wenn Sie eigene Bestimmungsliteratur haben, bringen Sie dies bitte mit.

<b>Modulnummer.</b> 51195	<b>Modulname</b> Landnutzungseffekte auf die Vegetation	
Studiengang M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übungen, Exkursionen, Gruppenarbeit	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> -	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) schriftliche Ausarbeitung (50%) und Klausur (50%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, davon 90 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Dr. Markus Hauck		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b> Dr. Stefan Kaufmann		
<b>Inhalte</b>  Der Mensch verändert die Vegetation seit Jahrtausenden in vielfacher Hinsicht durch den Bau von Siedlungen, Verkehrswegen sowie durch die Land- und Forstwirtschaft. Dadurch wird die Fläche von Ökosystemen verkleinert und gehen Arten in ihrem Bestand zurück. Andere Arten breiten sich nach Störung neu an Standorten aus, an denen sie von Natur aus nicht vorkamen. Ist der anthropogene Einfluss sehr groß, werden Ökosysteme zu anderen Ökosystemen transformiert. Dabei wurden teilweise neue Kulturlebensräume geschaffen, die ihrerseits heute gefährdete Arten enthalten können. Die Lehrveranstaltung soll in Form einer Kombination aus Vorlesungen, Exkursionen, Übungen und Seminarvorträgen in die Thematik einführen. Ein Schwerpunkt wird dabei im Wald liegen, da das im Zeitplan davor liegende Modul „Formenkenntnisse, Biodiversität und Funktionen“ seinen Schwerpunkt in Lebensräumen des Offenlandes hat. Die Exkursionen werden als Tagesexkursionen von Freiburg aus durchgeführt		
<b>Qualifikationsziel</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlangen Kenntnisse über den Umfang der Landschaftsveränderungen durch den Menschen in Europa und in ausgewählten außereuropäischen Regionen und ihren zeitlichen Ablauf</li> <li>• kennen intensive versus extensive Landnutzungsformen in unterschiedlichen Lebensraumtypen</li> <li>• kennen unterschiedliche Bewirtschaftungssysteme im Wald</li> <li>• erlangen Kenntnisse über den Vergleich Urwald - Wirtschaftswald</li> <li>• üben in Kleingruppen zum Einfluss der Bewirtschaftung auf Biodiversität und Strukturmerkmalen von Wäldern</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> Wird während des Kurses bereitgestellt.		

### 3.3. Profillinie „Ökologie des Klimawandels“ (KLIMA)

<b>Modulnummer</b> 56170	<b>Modulname</b> Nachhaltige Landnutzung im Klimawandel	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Seminar, Exkursion, Gruppenarbeit	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> -	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer): Gestaltung einer Website (50%), Präsentation der Website (50%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, davon 60 h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Dr. Kristin Steger		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b> Prof. Dr. Friederike Lang		
<p>Die Veränderung des Klimas auf regionaler und globaler Ebene beeinflusst die Landnutzung und stellt Nutzer und Planer vor neue Aufgaben. Probleme bereiten dabei beispielsweise Konflikte zwischen verschiedenen Landschaftsfunktionen und die sich daraus ergebende Nutzungskonkurrenz (Lebensmittel- und Brennstoffherzeugung, Naturschutz, Gewässerschutz).</p> <p>Eingespielte Nutzungskonzepte bieten nicht mehr hinreichend Sicherheit: So können zum Beispiel manche Pflanzensorten bei steigenden Temperaturen nicht mehr angebaut werden bzw. der Ernteertrag sinkt (z.B. Weinbau). Im Bereich forstlicher Landnutzung müssen bei der Verjüngung schon heute das Klima und der Energiebedarf von übermorgen berücksichtigt werden, höhere Temperaturen bringen möglicherweise verstärkt Schädlingsprobleme mit sich (Landwirtschaft, Forstwirtschaft), die Arealverschiebungen einiger Arten stellen auch den Naturschutz vor neue Probleme.</p> <p>Es ergeben sich aber auch neue Chancen: Beispielsweise wird die Landwirtschaft begünstigt durch den Klimawandel und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit den Anbau nachwachsender Rohstoffe zu intensivieren zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien.</p> <p>Ziel des Kurses ist es, die vorhandenen Kenntnisse über Ökosystemprozesse und deren Beeinflussung durch den Klimawandel auf diese aktuellen Fragen der Landnutzung anzuwenden. Behandelt werden die Landnutzungsformen (1) Landwirtschaft (2) Forstwirtschaft (3) Weinbau (4) Naturschutz. Auf zwei Tagesexkursionen werden erste Einblicke in die Problematik vermittelt. Wir werden den Kontakt zu Behörden und verschiedenen Landnutzern (regional und international) herstellen. Die Studierenden sollen dann in 4 Kleingruppen Interviews zu vorhandenen Problemen und möglichen Lösungsansätzen führen. Basierend auf Literaturrecherche und der Analyse von Fallbeispielen sollen alle Studierenden eine anschauliche und allgemeinverständliche Website erarbeiten, deren Gestaltung und Ausarbeitung in entsprechenden Seminaren behandelt wird. Am Ende des Kurses werden die Arbeiten in Vorträgen präsentiert.</p>		

**Qualifikations- und Lernziele**

Die Studierenden

- erlangen Wissen über die durch den Klimawandel erzeugten Landnutzungsprobleme
- erhalten Einblicke in anwendungsorientiertes Arbeiten bei Behörden, Verbänden und Forschungsanstalten
- lernen praktizierter Lösungsansätze kennen
- können sich kritisch mit aktuellen Landnutzungsstrategien auseinandersetzen
- können das Wissen über den Klimawandel mit den Aspekten der Landnutzung vernetzen
- können Umweltwissen an die interessierte Öffentlichkeit weitergeben und vermitteln
- können die Ergebnisse der eigenen Recherche bewerten und zusammenführen.

<b>Modulnummer</b> 56180	<b>Modulname</b> Angewandte Klimafolgenforschung	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übung, Seminar	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> -	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) mündliche Präsentation: Vortrag mit Diskussion		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, davon 100h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> Prof. Dr. Christiane Werner-Pinto		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b>		
<p><b>Inhalte</b></p> <p>In diesem Modul werden experimentelle Ansätze zur Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation vermittelt. Im Fokus stehen pflanzliche Anpassungsstrategien an Klimawandel sowie Auswirkungen extremer Klimaveränderungen (z.B. Hitze, Dürre) auf die Vegetation. Die Studierenden führen hierzu eigene Experimente im Labor, Gewächshaus und Klimakammern durch, aufgeteilt in Kleingruppen mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Fragestellungen. Im Modul werden klassische und moderne Methoden der Ökophysiologie vermittelt, die im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Arbeiten (z.B. der Masterarbeit) essentiell sind. Die Versuche werden durch eine Vorlesung zu den theoretischen Grundlagen der Methodik, Anpassungsstrategien und Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation begleitet. Es werden Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt, wie die Ableitung von Hypothesen, das statistische Design von Versuchen, die Bewertung der Aussagekraft der Ergebnisse, sowie deren Darstellung und Interpretation, sowie Publikation der Ergebnisse.</p>		
<p><b>Qualifikations- und Lernziele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen wichtiger Prinzipien des experimentellen Designs (Planung und Durchführung eigener Versuche, inkl. Auswahl geeigneter Methoden)</li> <li>• Kennenlernen wichtiger Schritte im Forschungsprozess, von der Formulierung von Hypothesen, zur Dateninterpretation, und dem Schreiben eines kurzen Forschungspapers</li> <li>• Kritische Bewertung der Genauigkeit der Messungen, möglicher Fehlerquellen und Reproduzierbarkeit ökologischer Messungen, etc.</li> <li>• Sichere Anwendung verschiedener Methoden, die für die Ökosystemforschung Bedeutung haben</li> </ul>		
<p><b>Literatur und Arbeitsmaterial</b></p> <p>Wird zu Kursbeginn zur Verfügung gestellt und bekannt gegeben.</p>		



<b>Modulnummer</b> 56190	<b>Modulname</b> Experimentelle Ökosystemforschung	
<b>Studiengang</b> M.Sc. Umweltwissenschaften	<b>Modultyp</b> PL	<b>Fachsemester / Turnus</b> 2 / jedes SoSe
<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übungen	<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Teilnahme „Angewandte Klimafolgenforschung“	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Prüfungsform</b> (Prüfungsdauer) schriftliche Ausarbeitung Bericht (5-15 Seiten, 60%), mündliche Präsentation: Referat (40%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, davon ~80h Präsenz)
<b>Modulkoordinator</b> PD Dr. Jürgen Kreuzwieser		
<b>Weitere beteiligte Lehrende</b>		
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Das Modul befasst sich mit der experimentellen Analyse von Klimaeffekten auf terrestrische Ökosysteme und der Identifikation der zugrundeliegenden Prozesse. Die Studierenden arbeiten im Freiland gemeinsam an einer aktuellen Fragestellung, aufgeteilt in Kleingruppen mit Schwerpunktsetzung in den unterschiedlichen Disziplinen. Die Studierenden werden dabei experimentelle und analytische Methoden der Freilandökologie erlernen, die im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Arbeiten (z.B. der Masterarbeit) essentiell sind. Es werden Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt, wie die Ableitung von Hypothesen, das statistische Design von Versuchen, die Bewertung der Aussagekraft der Ergebnisse, sowie deren Darstellung und Interpretation.</p> <p>Nach einer generellen Einführung in die Thematik „Ökosystemforschung“ werden Kleingruppen (2 bis max. 4 Personen) gebildet, die an den beteiligten Professuren eigenständige wissenschaftliche Projekte bearbeiten. Dies beinhaltet Versuchsplanung und Vorbereitung, Durchführung und Datenauswertung, sowie Publikation der Ergebnisse.</p>		
<p><b>Qualifikations- und Lernziele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen wichtiger Prinzipien des experimentellen Designs</li> <li>• „Übersetzen“ einer Forschungsfrage in einen experimentellen Ansatz, inkl. Auswahl geeigneter Freilandmethoden</li> <li>• Kennenlernen wichtiger Schritte im Forschungsprozess, von der Formulierung von Hypothesen, zur Dateninterpretation, und dem Schreiben eines kurzen Forschungspapers</li> <li>• Kritische Bewertung der Genauigkeit der Messungen, möglicher Fehlerquellen und Reproduzierbarkeit ökologischer Messungen, Hochskalieren von Daten auf übergeordnete Hierarchieebenen, etc.</li> <li>• Sichere Anwendung verschiedener Methoden, die für die Ökosystemforschung Bedeutung haben</li> </ul>		
<p><b>Literatur und Arbeitsmaterial</b></p> <p>Literatur wird zu Beginn des Moduls auf Ilias bereitgestellt.</p>		

### 3.4. Profillinie „Environmental Modelling and GIS“ (GIS) (English)

<b>Modul No.</b> 57140	<b>Name of Module</b> Environmental Statistics	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, Practical exercises, Group work	<b>Prerequisites</b> See below	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) Project work (last days of the course), in each subject protocol of the exercises		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150h, thereof 90 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Carsten Dormann		
<b>Additional teaching staff</b> Prof. Dr. Markus Weiler		
<b>Syllabus</b> This module builds on and extends statistical knowledge and its application: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalised Additive Models</li> <li>• Classification &amp; Regression Trees (incl. randomForest and BRT)</li> <li>• non-parametric statistic (resampling approaches)</li> <li>• model selection incl. cross-validation</li> <li>• spatial statistics (correlogram, variogram)</li> <li>• extreme value statistics</li> <li>• time-series analysis (autocorrelation, decomposition)</li> </ul> All topics will be taught in the free software R.		
<b>Learning goals and qualifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension of statistical knowledge</li> <li>• Solving complex statistical tasks</li> <li>• Advancing the use of R</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crawley (2007) The R Book. Wiley.</li> <li>• *Helsel &amp; Hirsch (1992) Statistical Methods in Water Resources. (<a href="http://www.epa.gov/region9/qa/pdfs/statguide.pdf">www.epa.gov/region9/qa/pdfs/statguide.pdf</a>)</li> <li>• Schönwiese (2006) Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler, 4. Aufl., Borntäger</li> </ul>		

- \*R-documentation under <http://cran.r-project.org/other-docs.html>, like [http://cran.r-project.org/doc/contrib/Dormann+Kuehn\\_AngewandteStatistik.pdf](http://cran.r-project.org/doc/contrib/Dormann+Kuehn_AngewandteStatistik.pdf)

\* indicates an open resource

#### **Prerequisites**

- Basic statistical knowledge: distributions, maximum likelihood, regressions; ANOVA, GLM, PCA
- Data import und simple statistical analyses in R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org))
- Knowledge of all content of "R for Beginners" ([https://cran.r-project.org/doc/contrib/Paradis-rdebuts\\_en.pdf](https://cran.r-project.org/doc/contrib/Paradis-rdebuts_en.pdf))

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 57150	<b>Name of Module</b> GIS Plus	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer term
<b>Teaching and Learning Methods</b> lectures, practical exercises, self-studies with homework	<b>Prerequisites</b> Basic knowledge in GIS	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination (duration)</b> Exercises, homework and project work		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, thereof 90 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Dr.-Ing. Holger Weinacker		
<b>Additional teaching staff</b>		
<b>Syllabus</b> <p>In this module we will develop Python programs to fit and automate processing tasks within GIS. The focus of this course is NOT lying on the usage of already existing processing chains within a GIS system, but in the independent programming of individually adapted implementation concepts.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction in the programming language Python</li> <li>• Analyses of environmental data (for example height data) using python programs, which will be developed in the course by the students themselves</li> <li>• Automation of evaluation- and analysing processes within the GIS domain using Python</li> </ul>		
<b>Learning goals and qualifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension of GIS Knowledge</li> <li>• Solution of complex tasks concerning geo data processing based on Python</li> <li>• To become acquainted with open GIS software/libraries as alternative to commercial products</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> Handouts and data will be provided.		

<b>Modul No.</b> 57165	<b>Name of Module</b> <b>Modelling Environmental Systems</b>	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lecture with exercises, excursion	<b>Prerequisites</b> See below	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) Modeling project+homework, written report		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, thereof 60 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Carsten Dormann		
<b>Additional teaching staff</b> Prof. Dr. Thomas Seifert, David Kraus, Benjamin Wolf		
<b>Syllabus</b> <p>The module teaches skills required for the simulation of environmental processes and applies them to specific systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to system models (processes, states, feedbacks)</li> <li>• Developing an understanding of an existing model based on the publications and manuals (e.g. forest growth, world economy, ...)</li> <li>• Model parameterisation</li> <li>• Sensitivity analysis</li> <li>• Uncertainty analysis using Monte Carlo simulations</li> <li>• Introduction to the modelling of forest growth at the level of the single tree and the stand, using empirical, process-based and hybrid models</li> <li>• Introduction to the modelling of tree quality</li> <li>• Simulation of environmental and management scenarios with a forest growth model</li> </ul> <p>All analyses will be taught in R as well as dedicate modelling software.</p>		
<b>Learning goals and qualifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the aims, uses and limitations of system models</li> <li>• Generic and transferable technical skills on the use of system models</li> <li>• Ability to judge the importance of experimental and observational data for the development and calibration of system models</li> <li>• Ability to judge the usefulness and importance of environmental models for the management of natural resources, using forests as example</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haas, E., Klatt, S., Fröhlich, A., Kraft, P., Werner, C., Kiese, R., Grote, R., Breuer, L. and Butterbach-Bahl, K.: LandscapeDNDC: A process model for simulation of biosphere-atmosphere-hydrosphere exchange processes at site and regional scale, <i>Landsc. Ecol.</i>, 28(4), 615–636, doi:10.1007/s10980-012-9772-x, 2013.</li> <li>• Kraus, D., Weller, S., Klatt, S., Haas, E., Wassmann, R., Kiese, R. and Butterbach-Bahl, K.: A new LandscapeDNDC biogeochemical module to predict CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from lowland rice and upland cropping systems, <i>Plant Soil</i>, 386(1–2), 125–149, doi:10.1007/s11104-014-2255-x, 2015.</li> </ul>		

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

- Kraus, D., Weller, S., Klatt, S., Santabárbara, I., Haas, E., Wassmann, R., Werner, C., Kiese, R. and Butterbach-Bahl, K.: How well can we assess impacts of agricultural land management changes on the total greenhouse gas balance (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) of tropical rice-cropping systems with a biogeochemical model?, *Agric. Ecosyst. Environ.*, 224, 104–115, doi:10.1016/j.agee.2016.03.037, 2016.
- Sierra, C. A., Müller, M. and Trumbore, S. E.: Models of soil organic matter decomposition : the SOILR package, version 1.0, *Geosci. Model Dev.*, 5, 1045–1060, doi:10.5194/gmd-5-1045-2012, 2012.
- LandscapeDNDC Users Guide (<https://ldndc.imk-ifu.kit.edu/products/ldndc-usersguide.pdf>)
- Bossel (2004) Systemzoo 2 - Klima, Ökosysteme und Ressourcen. Books on Demand
- Landsberg, J.J., Waring, R.H., Coops, N.C., 2003. Performance of the forest productivity model 3-PG applied to a wide range of forest types. *Forest Ecology and Management* 172: 199-214.
- Nagel, J., 2012: Waldwachstumsmodell BWinPro <http://www.nw-fva.de/~nagel/>
- Pretzsch, H. 2001. Modellierung des Waldwachstums. Parey, Berlin. 341 S.
- Soetart & Herman (2009) A Practical Guide to Ecological Modelling – Using R as a Simulation Platform. Springer.
- Petzold, T. Konstruktion ökologischer Modelle mit R; <http://hhbio.wasser.tu-dresden.de/projects/modlim/doc/modlim.pdf>
- R-Dokumentation unter <http://cran.r-project.org/other-docs.html>
- \* indicates an open resource

**Prerequisites**

- Basic statistical knowledge (BSc level: distributions, likelihood)
- Data import and simple statistical analyses in R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org))

Recommended for students who have attended the MSc-module „Feldökologie“, or “EcosystemManagement“ or “Numerical Process Modelling”

### 3.5. Elective Track “Wildlife and Biodiversity” (WB) (English)

<b>Module No.</b> 52170	<b>Name of Module</b> Protected Area Management	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Forest Sciences M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, Excursion, Tutorials	<b>Prerequisites</b> Basic knowledge of ecology	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) written exam (90 min)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, of this 120 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Marco Heurich		
<b>Syllabus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PA’s as the cornerstone of the global strategy for the protection of biodiversity</li> <li>• Categories of protected areas and legal foundations</li> <li>• History of protected areas and evolution of management objectives</li> <li>• Planning and design of reserve systems</li> <li>• Species protection/visitor management/wildlife management/environmental education/ Conservation and Research</li> <li>• Ranger systems</li> <li>• Incorporating social and cultural context</li> <li>• Evaluation of management effectiveness of protected areas</li> </ul>		
<b>Learning goals and qualifications</b> The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtain an overview on the major scientific concepts and actual topics in protected area management.</li> <li>• get an insight in the diversity of management approaches in protected areas.</li> <li>• examine concrete examples of case studies and literature as well as gain some practical experience based on excursions. The strengths and weaknesses of different types of protected areas will be discussed.</li> <li>• will understand the complexity of protected area management.</li> <li>• be qualified for advanced education in management of protected areas (PhD programmes) and provides the scientific background for careers in management of protected areas.</li> </ul>		
<b>Literature/ Core Readings</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lockwood, M., Worboys, G., &amp; Kothari, A. (Eds.). (2012). Managing protected areas: a global guide. Routledge.</li> <li>• Ziegler, L (2015) Protected Areas Management. MI Books International</li> <li>• Harmon, D., &amp; Conard, R. (2016, May). The Evolution of the National Park Service: A Hundred Years of Changing Ideas. In The George Wright Forum (Vol. 33, No. 2, p. 230). George Wright Society.</li> <li>• Watson, J. E., Dudley, N., Segan, D. B., &amp; Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. <i>Nature</i>, 515(7525), 67-73.</li> </ul>		

<b>Modul No.</b> 52180	<b>Name of Module</b> ConFoBi Conservation of Forest Biodiversity	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Forest Sciences M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, group assignments, field excursions	<b>Prerequisites</b> Basic knowledge of forest ecology and management	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) Research paper (max. 2500 words)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, of this 65 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Ilse Storch		
<b>Additional teaching staff</b> Dr. Michael Wohlwend		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>The DFG-funded Research Training Group ConFoBi <i>Conservation of Forest Biodiversity in Multiple-use Landscapes of Central Europe</i> is a major research and qualification programme of Freiburg University. ConFoBi combines multi-scale ecological studies on forest biodiversity with social and economic studies of biodiversity conservation, and focuses on the effectiveness of structural retention measures, namely habitat trees and dead wood, for the conservation of biodiversity in managed forests.</p> <p>See also: <a href="http://confobi.uni-freiburg.de/">http://confobi.uni-freiburg.de/</a></p> <p>The module will offer students insights into the approaches, study design, field methods and data analysis of ConFoBi. ConFoBi researchers will present their projects, students will visit study plots and – as far as possible - participate in data collection and/or analysis. After a general introduction to forest biodiversity conservation issues, and the ConFoBi project, students will work on various aspects of ConFoBi (field work, lab, data analysis, written assignments). Details will be specified each summer shortly before the module according to ConFoBi's research schedule. The module may also prepare students for MSc thesis work, and possibly later PhD research, within the ConFoBi project.</p>		
<p><b>Learning goals and qualifications</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of major approaches and challenges in conservation of biodiversity in managed forests</li> <li>• Knowledge of retention forestry approaches</li> <li>• Understanding of the interdisciplinary study design and the translational approach of ConFoBi</li> <li>• The module will qualify students for advanced education in conservation biological research (PhD programmes) and provides the scientific background for careers in forest conservation policy and management.</li> </ul>		
<p><b>Literature/ Core Readings</b></p> <p>To be specified towards start of the module</p>		



**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen**  
**Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 52145	<b>Name of module</b> Insect Communities and Dynamics	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Forest Sciences M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer term
<b>Teaching methods</b> group work in the lab or field, tutorials, lectures	<b>Prerequisites</b> Interest in organismal biology, particularly insects.	<b>Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) written report (50%), oral participation and presentations (50%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, thereof 40 h in attendance; 60 h self-organized groupwork)
<b>Module coordinator</b> Prof. Dr. Peter Biedermann		
<b>Additional teaching staff</b>		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>Based on an individual topic and with our support, you will work in groups on an entomological, microbiological or ecological project related to the research of our professorship. Each group will come up with a research question, hypothesis and an experimental design that you will present to your peers sometime during the first week. Afterwards you will have around 10 days to perform the study, which can be a field study, a lab study or a mixture of both. In the last week you will analyze the gathered data, present the outcomes to us and your peers and write a report according in the form of a scientific article.</p> <p>We will initially provide the individual topics with literature, as well as close assistance and advice on how to carry out the studies.</p>		
<p><b>Learning goals and qualifications</b></p> <p>Students gain an overview of how to do research on (forest) insects and associated microorganism using various methods from behavioral, chemical and microbial ecology. They will learn new facts and methods about cutting-edge research fields related to insect community studies, applied and basic entomology as well as insect-microbe symbioses. Finally they will be trained to communicate their research in scientific presentations and in reports, which will be quite helpful when working on a MSc thesis.</p> <p>The module targets students with an interest in organismal biology, who would be interested to get hand-on training in practical research and communicating these results.</p>		
<p><b>Literature/ Core Readings</b></p> <p>Literature will be provided during the module, according to projects chosen.</p>		

### 3.6. Elective Track "Biomaterials and Bioenergy" (BB) (English)

<b>Modul No.</b> 55145	<b>Name of Module</b> Bio-based Polymers	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, self-study, laboratory, group-work, excursion	<b>Prerequisites</b> Previous modules of „Biomaterials and Bioenergy“	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination (duration)</b> Written report (40%); oral presentation of laboratory results (60%)		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, of this 70 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Marie-Pierre Laborie		
<b>Additional teaching staff</b> Dr. Heiko Winter, Mehmet Yapa		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>Bio-based polymers are at least partly derived from renewable natural sources and comprise i) bio-based polymers directly derived from vegetal biomass, ii) classically synthesized from bio-based monomers and iii) produced directly by micro-organisms. Bio-based polymers provide an alternative to petroleum-based polymers and are also often designed for biodegradability or compostability. This module surveys in four sections, the production, structure and properties of a wide range of bio-based polymers of current industrial relevance.</p> <p>In the first section the fundamental concepts of polymers are introduced. Polymer parameters, polymer types and concepts of biodegradability and compostability are presented. The chemistry and properties of industrially-relevant bio-based polymers derived from biomass are then discussed in a second section. This includes the first (bio)plastic materials ever produced and still of major industrial relevance viz. cellulose derivatives, but also polymers based on starch, plant oil, lignin / furans etc. The following section tackles bio-based polymers produced from bio-based monomers and microorganisms. This section encompasses a majority of polyesters such as polylactic acid (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHB). In contrast to bio-based polymers, examples of petroleum-derived polymers particularly designed for biodegradability or compostability are also introduced there.</p> <p>In presenting these families of bio-based polymers, emphasis is placed on the chemistry of production, structure-property relationships and the resulting application. The module concludes with a bio-based polymer laboratory, where students characterize industrial samples of petroleum and bio-based adhesives and design the process for their utilization in natural fiber composites. Adhesives and composites will be characterized with common analytical methods in order to establish structure-property relationships. Excursions will further help appreciate the industrial interest, production processes and challenges associated with bio-based polymers.</p>		

**Learning goals and qualifications**

Students can

- define and highlight the difference between the concepts “bio-based”, “biodegradable” and “compostable”
- define the 5 polymer parameters and illustrate with concrete examples of polymers.
- describe the production pathway, chemistry and main properties of the major bio-based polymers of industrial relevance.
- appraise the major properties of bio-based polymers based on their structure
- describe the principle of the main analytical tools available for R&D activities for the development and characterization of bio-based polymers
- analyze with simple analytical techniques important structural features and thermal properties of polymers
- formulate, manufacture, characterize and grade Natural Fiber Composites using bio-based thermosetting adhesives

**Literature**

- Handbook of Engineering Biopolymers, Homopolymers, Blends and Composites, Ed. S. Fakirov and D. Bhattacharyya, Hanser, Munich, 2007, ISBN-978-1-56990-405-3
- Handbook of Biodegradable Polymers, ed. Catia Bastioli, Rapra Technology, Shawbury, UK, 2005
- The Chemistry of Bio-based Polymers, J K Fink, John Wiley & Sons, Verlag, Feb 2014
- Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites, Ed. A. Mohanty, M. Misra and L. Drzal, CRC Taylor and Francis, Boca Raton, FL, 2005, ISBN 0-8493-1741-X
- Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources, Ed. M. N. Belgacem and A. Gandini, Amsterdam, 2008, Elsevier, ISBN 978-0-08-045316-3
- Nanocomposites with Biodegradable Polymers, Synthesis, Properties and Future Perspectives, Ed. V. Mittal, Oxford University Press, New York, 2011, ISBN 978-0-19-958192-4
- Biopolymers- New Materials for Sustainable Films and Coatings, Ed. D. Plackett, 2011, Noida, Wiley & sons, ISBN 9780470683415

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 55170	<b>Name of Module</b> Innovative use of Lignocellulosics	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Lectures, self-study, laboratory, group-work, excursion	<b>Prerequisites</b> Previous modules of „Biomaterials and Bioenergy“	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination</b> (duration) Written report and video presentation		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, of this 70 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Prof. Dr. Marie-Pierre Laborie		
<b>Additional teaching staff</b> Dr. Heiko Winter, Mehmet Yapa		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>This module explores the innovative utilization of lignocellulosic biopolymers into functional bio-based materials and devices. In this module, the particular focus is placed on lignin, cellulosic, and nanocellulose, a recent nanoscale commercial product from trees and the topic of significant R&amp;D efforts in academia and in industry. The formal lectures provide an in-depth knowledge of all aspects of nanocellulose, from its production to its application, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitions and Production: definition, nomenclature, structure and fundamental properties of nanocellulose as well as the extraction methods at both laboratory and industrial scales.</li> <li>• Processing and Assembly: rheological properties of nanocellulose colloids, common processing techniques and nanocellulose assembly</li> <li>• Applications: potential and current applications of nanocellulose, in particular, applications as mechanical reinforcement, nanopaper and functional materials</li> </ul> <p>To further put in practice the innovative use of lignocellulosic biopolymers, students will conduct a laboratory design group project of a lignocellulosic morphing device. The design project includes the following steps: bioinspiration and selection of the device design; manufacture and property testing of building elements of the device; manufacture of the device and testing of its morphing function. A group presentation will conclude the laboratory design project section.</p>		
<p><b>Learning goals and qualifications</b></p> <p>At the end of the module, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Present the potential and challenges of nanocellulose production on the industrial level.</li> <li>• Classify the different kinds of nanocellulose and describe their traditional production techniques.</li> <li>• Compare and contrast the structure, morphology and fundamental physico-chemical properties of the various kinds of nanocellulose products</li> </ul>		

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

- Provide examples of applications and products where nanocellulose is involved
- Select appropriate nanocellulose attributes for specific applications.
- Synthesize a series of research articles, dealing with i) natural devices in the living world, ii) biomimetic design approaches, iii) specific utilization of lignocellulosic biomass into innovative bio-products.

At the laboratory scale and using bioinspiration, design, manufacture and test lignocellulosic devices to perform a selected function

**Literature**

- Dufresne, A.; Nanocellulose: From Nature to High Performance Tailored Materials; De Gruyter; 2012; ISBN 978-3-11-025460-0.
- Roman, M.; Model Cellulosic Surfaces; American Chemical Society; 2010; ISBN 978-0-84-126965-1.
- Lucia, L. A., & Rojas, O. J.; The nanoscience and technology of renewable biomaterials; Chichester; Wiley; 2009; ISBN 978-1-405-16786-4.
- Fengel, D., Wegener, G.; Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions; Walter de Gruyter; 1983; ISBN 978-3-11-083965-4; doi:06.1515/9783110839654.
- Tadmor, Z., & Gogos, C. G.; Principles of polymer processing; John Wiley & Sons; 2006; ISBN: 978-0-471-38770-1.
- Ashby, M. F.; Materials and the environment: eco-informed material choice; Elsevier; 2012; ISBN 978-0-123-85972-3.
- Handbook of Green Materials, Vol 1-5, editors K. Oksman, A. Mathew, A. Bismarck, O. Rojas and M. Sain, World Scientific, ISSN: 2335-6596
- Mittal, V.; Nanocomposites with biodegradable polymers: synthesis, properties, and future perspectives; Oxford University Press; 2011; ISBN 978-0-199-58192-4.

Additional literature will be given within the module.

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen**  
**Modulhandbuch / Guide M.Sc. Umweltwissenschaften / Environmental Sciences (SoSe 2022)**

<b>Modul No.</b> 93931	<b>Name of Module</b> Bioenergy	
<b>Courses of study</b> M.Sc. Environmental Sciences	<b>Type</b> Elective Track	<b>Semester / Rotation</b> 2 <sup>nd</sup> / summer semester
<b>Teaching and Learning Methods</b> Online lectures, group discussions	<b>Prerequisites</b> The students should bring the teaching contents of the modules "Technology I and II". Basic knowledge in statistics, economy and life cycle assessment are required. The recommended reading gives a basic knowledge about the issues discussed in this part of the module.	<b>Instruction Language</b> English
<b>Type of examination (duration)</b> Written report and presentation		<b>ECTS-LP (Workload)</b> 5 (150 h, of this 60 h in attendance)
<b>Module Coordinator</b> Dr. Sebastian Paczkowski		
<b>Additional teaching staff</b> Prof. Ph.D. Stefan Pauliuk		
<p><b>Syllabus</b></p> <p>The module will introduce the most relevant energy conversion technologies related to municipal and industrial waste products, non-woody and woody biomass. In addition, aspects of production/abundance, harvesting, logistic, and storage of non-woody and woody biomass, as well as municipal and industrial waste will be addressed.</p> <p>Chemical engineering aspects of conversion processes such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• torrefaction, pyrolysis</li> <li>• gasification, BtL</li> <li>• combustion</li> <li>• biogas</li> <li>• biodiesel</li> <li>• bioethanol</li> </ul> <p>are given in the frame of the module.</p> <p>Advantages and disadvantages of these processes will be discussed in terms of biomass resources, production technology, product characteristics, and emissions.</p> <p>A group work that comprises a management and technology concept for a selected place/technology will allow the students to apply their knowledge and to investigate their project's feasibility.</p>		

**Learning goals and qualifications**

The students will learn fundamental concepts of conversion processes for municipal and industrial waste, non-woody and woody biomass. They will also get a basic understanding of related technologies, e.g. harvesting, transport and storage. They will be able to assess different technologies with respect to strengths and weaknesses.

Furthermore, the students will learn to assess the potentials of waste / biomass production and logistics. The students will practice how to apply essential information in a management process and to present the results in written and oral form.

**Literature**

Specific literature will be recommended in the module.

## 4. Raumpläne / Room Plans

Die Lehrveranstaltungen finden i.d.R. im „Herderbau“ statt:  
The courses usually take place in „Herderbau“:

Tennenbacher Str. 4  
79106 Freiburg

Bitte beachten Sie die einzelnen Stockwerkspläne (z. B: R 100 liegt im 1. OG, R 310 im 3. OG)  
Look for the individual floor-maps (e.g. R 100 is on the 1st floor, R 310 is in the 3rd floor)

## 5. Ansprechpartner / Contact persons

Funktion	Name	Kontakt
Studiendekanin/ Dean of Study	Prof. Dr. Annika Mattissek	+49 761 203 3565 annika.mattissek@geographie.uni-freiburg.de
Studiengangleitung / Programme Director	Prof. Dr. Andreas Christen	+49 761 203 3590 andreas.christen@meteo.uni-freiburg.de
Studiengangkoordination / Programme Coordinator	Sunniva Dalmühle	+49 761 203 3608 sunniva.dalmuehle@unr.uni-freiburg.de
Prüfungsamt/ Examination Office	Silke de Boer	+49 761 203 3605 silke.deboer@unr.uni-freiburg.de