

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Universität Duisburg-Essen

Modulhandbuch

für den Master-Studiengang

Aquatische Biologie

Studienjahr 2024/2025

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Ökosysteme und organismische Vielfalt.....	12
Molekulare Diversität	14
Mikroskopische Organismen des Wassers.....	16
Science Slam	18
Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken.....	20
Angewandte Limnologie	23
Datenauswertung und bioinformatische Prozesse	26
Anwendung geographischer Informationssysteme in der Gewässerplanung..	30
Aquatische Parasitologie.....	32
Data science and computer vision in ecology	34
FFH und Natura2000.....	39
Geländeübung.....	41
Introduction to Marine Biology.....	43
Molecular Ecology	45
Paläobiologie, Klimawandel und Evolution moderner Ökosysteme.....	52
Praktikum	54
Literaturarbeit	56
Masterarbeit	58
Impressum.....	60

Einleitung

Dieses Modulhandbuch soll den Studierenden und den Lehrenden der Aquatischen Biologie dienen, um einen Überblick über die Veranstaltungen und den Aufwand im Studiengang zu verschaffen und damit Dopplungen und Lücken in der Wissensvermittlung zu vermeiden. Art und Umfang der Prüfungen können sich ändern und werden gemäß Prüfungsordnung jeweils zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Bindend ist die Prüfungsordnung.

Ziele des MA-Studiengang Aquatische Biologie

Der sich immer stärker wandelnde nationale und internationale wissenschaftliche Ausbildungsmarkt stellt neue Anforderungen an die universitäre Ausbildung. Einer zunehmend stärker geforderten Praxisorientierung im Studium muss ebenso wie einem berufsqualifizierenden Abschluss nach kurzer Studienzeit Rechnung getragen werden. Die Einführung des Bachelor-Master-Systems ergänzt die traditionellen Studiengänge an den Hochschulen und trägt unter Berücksichtigung des ECT-Systems zur Etablierung einer international ausgerichteten Studienstruktur bei. Der Studiengang Aquatische Biologie übernimmt hierbei nicht den Formalismus des angelsächsischen Systems sondern nutzt vielmehr gezielt die Flexibilität dieses Systems für eine individuelle Ausbildung.

Das Studium im Masterstudiengang Aquatische Biologie soll den Studierenden die nötigen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen vermitteln, die sie brauchen um im Anschluss an das Studium sowohl einer beruflichen Tätigkeit in einem spezialisierten Bereich der Biologie, als auch darauf aufbauend in die dritte Phase der Hochschulbildung (Promotion) eintreten zu können.

Die Ziele des Studiengangs werden folgendermaßen definiert:

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Aquatische Biologie haben ihr Wissen auf der Grundlage des Bachelorstudiengangs erweitert und spezialisiert. Sie sind in der Lage, den Kontext und die Besonderheiten der Aquatischen Biologie zu definieren und zu interpretieren, wissen wie man Biodiversität von der Ebene der Gene bis zu den Ökosystemen erfasst und können die Bedeutung von Biodiversität für Ökosystemleistungen formulieren. Des Weiteren können sie sich Wissen selber aneignen. Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Aquatische Biologie erwerben Kenntnisse zum aktuellen Forschungsstand in spezialisierten Teilbereichen der allgemeinen und angewandten Gewässerkunde sowie der molekularen Biodiversitätsforschung. Sie beherrschen „state of the art“-Techniken zur Erfassung der organismischen, funktionellen und genetischen Biodiversität und können diese eigenständig auswerten. Hierfür sind sie in der Lage, moderne computergestützte Verfahren zu nutzen. Ihr Wissen und Verständnis ist die Grundlage, eigene Ideen zur Untersuchung von Gewässerökosystemen zu entwickeln. Sie können ihr Wissen sowie ihre Methodenkenntnisse anwenden, um weitgehend eigenständig auch unbekannt Problemstellungen in einem multidisziplinären Kontext zu lösen, diese Lösung systematisch darzustellen und in den Kontext existierender Forschungsergebnisse einzuordnen und auch gesellschaftlich und ethisch zu bewerten. Sie sind in der Lage, diese Ergebnisse und Erkenntnisse adressatenbezogen darzustellen und zu verteidigen.

Jedes Modul des Studiengangs trägt dazu bei die oben genannten allgemeinen und übergeordneten Studienziele zu erreichen, in dem kleinere Ziele in jedem Modul verfolgt werden. Die folgende Zielmatrix des Studiengangs soll zeigen, wie dies gelingen kann:

Zielmatrix für den Masterstudiengang Aquatische Biologie

Übergeordnetes Studienziel	Befähigungsziele i.S. von Lernergebnissen	Zielführende Module
<p>Forschungsorientierte Spezialisierung in der Aquatischen Biologie</p>	<p>Absolventen des Studiengangs Master Aquatische Biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sind in der Lage, Besonderheiten, Grenzen, Terminologien und Lehrmeinungen der Aquatischen Biologie zu definieren und zu interpretieren, - verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis auf dem neuesten Stand des Wissens in einem oder mehreren Spezialbereichen und - sind auf der Grundlage des erworbenen Wissens in der Lage, eigenständige Ideen zu entwickeln und/oder anzuwenden. 	<p>Module 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8-16</p> <p>Module 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8-16</p> <p>Module 8 bis 16</p>
<p>Fähigkeit zur systematischen Darstellung komplexer biologischer Zusammenhänge und Einordnung in den Kontext existierender Forschungsergebnisse und gesellschaftlich relevanter Fragestellungen</p>	<p>Absolventen des Studiengangs Master Aquatische Biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über vertiefte Kenntnisse in molekularen, organismischen und ökosystemaren Teilbereichen der Aquatischen Biologie - verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis auf dem neuesten Stand des Wissens in einem oder mehreren Spezialbereichen der Aquatischen Biologie - stellen komplexe Zusammenhänge der unterschiedlichen organisatorischen Ebenen der Biologie systematisch dar - ordnen komplexe Zusammenhänge in den Kontext existierender Forschungsergebnisse ein - können auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen wissenschaftlich fundierte Entscheidungen fällen und dabei gesellschaftliche, wissenschaftliche und ethische Erkenntnisse berücksichtigen, die sich aus der Anwendung ihres Wissens und aus ihren Entscheidungen ergeben, - sich selbständig neues Wissen und Können aneignen - stellen Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vor 	<p>Module 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8-16</p> <p>Module 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8-16</p> <p>2, 4, 7, 8 bis 19</p> <p>Module 4 und 8 bis 19</p> <p>Modul 4,5, 7, 8 bis 19</p> <p>alle</p>

		alle, insbesondere 4 und 18, sowie 17 und 19
Kenntnis und Anwendung moderne Methoden und „state of the art“-Techniken in der Feld- und Laborarbeit	Absolventen des Studiengangs Master Aquatische Biologie: <ul style="list-style-type: none"> - kennen verschiedene moderne Methoden und spezielle Arbeitstechniken der Biologie - können die Vor- und Nachteile dieser Methoden in Bezug auf die zu beantwortende Fragestellung kritisch und sachlich einschätzen und bewerten - wenden selbständig moderne Methoden und Arbeitstechniken der Aquatischen Biologie im Labor und im Freiland an 	Module 2, 3, 5, 6, 7, 8-19
Selbständige Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten und Befähigung zur Promotion oder einer leitenden Position in einem Unternehmen/Behörde/NGO anzunehmen	Absolventen des Studiengangs Master Aquatische Biologie: <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln selbständig Fragestellungen und Hypothesen - planen Forschungsprojekte zeit- und ressourcenorientiert - führen eigenständig Forschungsprojekte mit angemessenen Methoden und Arbeitstechniken durch - werten Ergebnisse aus interpretieren Ergebnisse kritisch und sachlich stellen Ergebnisse in einen biowissenschaftlichen und gesellschaftlichen Zusammenhang, - können auf dem aktuellen Stand von Forschung und Anwendung Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Laien ihre Schlussfolgerungen und die diesen zugrunde liegenden Informationen und Beweggründe in klarer und eindeutiger Weise vermitteln, - sich mit Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie mit Laien über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau austauschen, - in einem Team herausgehobene Verantwortung übernehmen. 	Alle Module, insbesondere aber 17, 18 und 19

Lehrveranstaltungsarten bzw Lehr/Lernformen:

Im Masterstudiengang gibt es unterschiedliche Veranstaltungsarten, die folgendermaßen abgekürzt werden:

- Vorlesung (VO)
- Übung (ÜB)
- Seminar (SE)
- Kolloquium (KO)

- Praktikum (PR)

Vorlesungen bieten in der Art eines Vortrages eine zusammenhängende Darstellung von Grund- und Spezialwissen sowie von methodischen Kenntnissen.

Übungen dienen der praktischen Anwendung und Einübung wissenschaftlicher Methoden und Verfahren in eng umgrenzten Themenbereichen.

Seminare bieten die Möglichkeit einer aktiven Beschäftigung mit einem wissenschaftlichen Problem. Die Beteiligung besteht in der Präsentation eines eigenen Beitrages zu einzelnen Sachfragen, in kontroverser Diskussion oder in aneignender Interpretation.

Kolloquien dienen dem offenen, auch interdisziplinären wissenschaftlichen Diskurs. Sie beabsichtigen einen offenen Gedankenaustausch.

Praktika eignen sich dazu, die Inhalte und Methoden eines Faches anhand von Experimenten exemplarisch darzustellen und die Studierenden mit den experimentellen Methoden eines Faches vertraut zu machen. Hierbei sollen auch die Planung von Versuchen und die sinnvolle Auswertung der Versuchsergebnisse eingeübt und die Experimente selbständig durchgeführt, protokolliert und ausgewertet werden.

In Ausnahmefällen können auch Mischformen der Veranstaltungen vorkommen. Zum Beispiel können VO und SE zu einer Veranstaltung VO/SE kombiniert werden.

ECT-System (European Credit Transfer System)

Der MA-Studiengang ist in Modulen organisiert, welche studienbegleitende Prüfungen ermöglichen. Die Ausrichtung am ECT-System bietet sowohl deutschen, als auch ausländischen Studierenden ein einheitliches Informationssystem und durch die Vergabe von Credits eine erleichterte Anerkennung von Studienleistungen an anderen Universitäten

Damit Studienleistungen, die in unterschiedlichen Hochschulen – auch im Ausland – erbracht wurden besser verglichen werden können, stützt sich das ECT-System nicht auf Semesterwochenstunden (SWS), die den Lehraufwand wiedergeben, sondern auf den Lernaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr entspricht im Sinne des ECTS im Vollzeitstudium 60 Credits. Dahinter verbirgt sich ein für diesen Zeitraum angenommener Gesamtarbeitsaufwand von 1.800 Stunden (45 Wochen à 40 Stunden).

Neben dem Maß für die Quantität gibt es auch ein Maß für die Qualität der Studienleistungen, die Noten, die leicht in andere Notensysteme umgerechnet werden können.

Arbeitsaufwand

Jeder Veranstaltung sind Credits zugeordnet, wobei ein Credit (Cr) für 30 Stunden Arbeitsaufwand des Studierenden steht. Die Credits und damit der Arbeitsaufwand für die Veranstaltungen sind vorgegeben, die Präsenzzeit (Veranstaltung in h) ist durch die SWS vorgegeben. Hinzu kommt die Zeit, die der Studierende mit der Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung sowie mit der Prüfungsvorbereitung verbringen soll.

Beispiel: Eine Vorlesung (2 SWS, Klausur zur Erlangung der Credits), umfasst drei Credits, was bedeutet, dass der Studierende 90 Stunden damit verbringen soll, die Vorlesung zu besuchen, sie vor- und nachzubereiten und sich auf die Prüfung vorzubereiten. Bei 2 SWS im Wintersemester verbringt der Studierende 30 Stunden in der Vorlesung (im Sommer sind es nur 28 Stunden, da das Sommersemester eine Woche kürzer ist), bleiben also noch 60 Stunden für Vor- und Nachbereitung sowie die Prüfungsvorbereitung. Die Zeiten, die für eine Veranstaltung berechnet werden, werden im Modulblatt für jede Veranstaltung wie folgt angegeben. Da es für 30 Stunden Workload einen Credit gibt, ergibt sich im unten gezeigten Beispiel eine Veranstaltung mit 3 Credits.

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Workload in Summe
2	30 h	60 h	90 h

Prüfungen und Studienleistungen

Credits werden entweder für das Bestehen einer Modul(teil)prüfung vergeben oder für eine unbenotete Studienleistung. Um ein Modul abzuschließen müssen alle Prüfungen und Studienleistungen eines Moduls erbracht werden. Die Note für das Modul wird über eine Modulprüfung oder mehrere Modulteilprüfungen erbracht.

Beispiel: Ein Modul besteht aus einer Vorlesung (I) und einem Seminar (II). Insgesamt wird der Lehrstoff dieser beiden Veranstaltungen nur in einer Modulprüfung (Klausur) abgefragt. Diese benotete Klausur dient als Modulprüfung und somit zur Benotung des gesamten Moduls:

Studien- und Prüfungsleistungen
Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (Dauer 45 min bis max. 180 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).
Zu erbringende Studienleistung: Anwesenheitspflicht im Praktikum (max. 2 Fehltag).

Bildung der Abschlussnote

In die Bildung der Abschlussnote gehen alle Modulnoten ein. Nicht benotete Module (wie die der Ergänzungsbereiche 1 und 3) werden nicht in die Berechnung der Abschlussnote einbezogen.

Zur Berechnung der Abschlussnote werden alle Modulnoten mit der Creditanzahl des jeweiligen Moduls multipliziert, anschließend werden diese Produkte summiert und durch die Credits aller benoteter Module dividiert.

$$\textit{Abschlussnote} = \frac{\sum(\textit{Modulnote} \times \textit{Credits des Moduls})}{\textit{Gesamt Credits aller benoteten Module}}$$

Studienverlaufsplan Master Aquatische Biologie (Pflichtmodule)

Modulbezeichnung	ECTS pro Modul	Fachsemester	Titel der Lehrveranstaltungen im Modul	Veranstaltungsart	SWS pro Lehrveranstaltung
Ökosysteme und organismische Vielfalt	8	1	Aquatische Ökosysteme	Vorlesung	1
			Water-borne diseases	Vorlesung	1
			Ökosysteme und ihre Bewohner	Übung	2
Molekulare Diversität	7	1	Molekulare Diversität	Vorlesung	1
			Molekulare Ökologie	Vorlesung	1
			Methoden der molekularen Ökosystemanalyse	Übung	1
Mikroskopische Organismen des Wassers	6	1	Diversität aquatischer Organismen	Vorlesung	1
			Diversität aquatischer Organismen	Übung	2
			Molekulare Ökosystemanalyse	Seminar	1
Science Slam	2	1	Vorbereitung auf den Science Slam	Seminar	1
			Science Slam Einführung in R	Festveranstaltung Übung	keine 2
			Ecological modelling	Seminar	2
Molekulare und Mikrobiologische Arbeitstechniken	7	1	Mikrobiologische Ökologie und Physiologie	Vorlesung	2
			Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken	Vorlesung	1
			Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken	Übung	3
Angewandte Limnologie	8	2	Theoretische Grundlagen und praktische Übungen zu Methoden und Verfahren aus der angewandten Limnologie	Vorlesung/Übung	3
			Fließgewässerpraktikum	Praktikum	3
Datenauswertung und bioinformatische Prozesse	9	2	Datenstrukturen und bioinformatische Prozesse	Seminar	2
			Studiendesign und statistische Auswertung	Vorlesung	1
			Studiendesign und statistische Auswertung	Übung	3
			Ecological Modelling	Seminar	2

Studienverlaufsplan Master Aquatische Biologie (Wahlpflichtmodule)

Modulbezeichnung	ECTS pro Modul	Fachsemester	Titel der Lehrveranstaltungen im Modul	Veranstaltungsart	SWS pro Lehrveranstaltung
Anwendung geographischer Informationssysteme in der Gewässerplanung	6	2	Anwendung geographischer Informationssysteme in der Gewässerplanung	Praktikum	4
Aquatische Parasitologie	6	2	Aquatische Parasitologie	Praktikum	4
Data Science and computer vision in ecology	6	2	Introduction to data science and computer vision in ecology	Vorlesung	4
			Applying data science and computer vision in ecology	Seminar/Praktikum	
FFH und Natura2000	6	2	FFH und Natura2000	Praktikum	4
Geländeübung	6	2	10-Tage Geländeübung	Geländeübung	unterschiedlich
Introduction to Marine Biology	6	2	Introduction to Marine Biology	Vorlesung	4
			Narrated PowerPoint presentation	Übung	
Molecular Ecology	6	2	Molecular Ecology I (field course)	Praktikum	4
			Molecular Ecology II (Data analysis)		
Microbial Informatics	6	2	Microbial Informatics	Praktikum	5
Paläobiologie, Klimawandel und Evolution moderner Ökosysteme	6	2	Paläobiologie, Klimawandel und Evolution moderner Ökosysteme	Vorlesung/Seminar	4
Praktikum	20	3	Forschungspraktikum	Praktikum	Projektabhängig
			Begleitseminar	Seminar	2
Literaturarbeit	10	3	Scientific writing	Seminar	2
			Literaturarbeit	Projekt	2
Masterarbeit	30	4	Kolloquium zur Masterarbeit	Kolloquium	2
			Masterarbeit		

Modulbeschreibungen

Modulname	Modulcode
Ökosysteme und organismische Vielfalt	1
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Daniel Hering, Prof. Dr. Bernd Sures	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1. Fachsemester	Ein Semester	P	8

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Aquatische Ökosysteme	Vorlesung	1	60 h
2	Water-borne diseases	Vorlesung	1	60 h
3	Ökosysteme und ihre Bewohner	Übung	2	120 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	240 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden besitzen vertiefte, anwendungsorientierte Kenntnisse zur Belastung, Bewertung und zum Management Aquatischer Ökosysteme. Sie könne konzeptionelle Modelle zur Wirkung von Stressoren und Maßnahmen erstellen und Daten zu Monitoring-Programmen interpretieren. Sie besitzen ein vertieftes Verständnis zu wasserbürtigen Krankheiten und Parasiten in tropischen und temperierten Regionen, inklusive der Zyklen von Parasiten und erkennen den Zusammenhang zwischen wasserbaulichen Maßnahmen auf dem Auftreten wasserbürtigen Krankheiten.

Inhalte des Moduls
<p>Vorlesung Aquatische Ökosysteme: Unterschiede und Gemeinsamkeiten aquatischer Ökosysteme (Flüsse, Seen, Grundwasser, Meer), Details zu Stoffflüssen und funktionalen Summenparametern, die Gliederung und Typologie von Still- und Fließgewässern, Populationszyklen und Wiederbesiedlung, Biodiversitätsmuster, Ökosystem-Leistungen und ihre Messung, Auswirkungen stofflicher, hydrologischer und morphologischer Veränderungen, Prinzipien der Bioindikation und der ökologischen Bewertung.</p> <p>Water-borne diseases: Bakterielle und Virusinfektionen, Protozoen-Infektionen, Infektionen mit Helminthen, Wasserinsekten als Vektoren für Parasiten, Durchfallerkrankungen, chemische Wasserverschmutzung, ökologische Folgen von Parasiten-Behandlung, Bewirtschaftung von Gewässern und das Auftreten von Parasiten, Verhinderung wasserbürtiger Krankheiten, Auswirkungen von Global Change.</p> <p>Ökosysteme und ihre Bewohner: Praktische Übungen zur Erstellung konzeptioneller Modelle zur Wirkung von Belastungen und Renaturierungen auf verschiedene Organismengruppen und Ökosystem-Komponenten. Literaturarbeit. Interpretation von Daten aus Monitoring-Programmen.</p>
Studien- und Prüfungsleistungen
<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (Dauer 45 min bis max. 180 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).</p> <p>Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung (max. zwei Fehltage erlaubt).</p>
Stellenwert der Modulnote in der Endnote
<p>8 von 120 benoteten ECTS</p>

Modulname	Modulcode
Molekulare Diversität	2
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Florian Leese, Dr. Arne Beermann	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1. Fachsemester	Ein Semester	P	7

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Molekulare Diversität	Vorlesung	1	90 h
2	Molekulare Ökologie	Vorlesung	1	90 h
3	Methoden der molekularen Ökosystemanalyse	Übung	1	30 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			3	210

Lernergebnisse / Kompetenzen

Molekulare Diversität: Die Studierenden kennen klassische und molekulare Methoden und Indices zur Quantifizierung von Biodiversität. Sie können Einheiten wie „Arten“, „Populationen“, „*Operational Taxonomic Units* (OTUs/MOTUs)“, „*Evolutionary Significant Units* (ESUs)“ definieren, kennen Vor- und Nachteile der Konzepte und wissen, bei welchen Organismengruppen die Einheiten sinnvoll einzusetzen sind und unter welchen Voraussetzungen. Ferner kennen die Studierenden auch Ansätze, funktionelle Diversität auf molekularer Ebene (Metatranskriptom, -proteom) zu charakterisieren. Durch praktische Übungen sind die Studierenden in der Lage, Studien zur Erfassung der molekularen Diversität zu designen und sie können computergestützt Ergebnisse basierend auf molekularen Daten berechnen (*OTU clustering, taxonomic assignment, Metabarcoding, Metagenomics* etc.) und die Ergebnisse adressatengerecht darstellen.

Molekulare Ökologie: Es werden populationsgenetische Konzepte und Techniken vermittelt, mit denen ökologische Prozesse auf Populationsebene quantifiziert werden können (Genfluss, Gendrift, Selektion). Insbesondere wird vermittelt, wie der Einfluss von Umweltfaktoren (insbes. Umweltstress) auf Populationen aber auch auf Gemeinschaften und Funktionen in See- und Flussökosystemen erfasst werden kann. In den Übungen werden praktische Beispiele computergestützt unter Anleitung vermittelt.

Inhalte des Moduls

Klassische Beschreibung von Alpha- und Betadiversität (Shannon, Bray-Curtis, Evenness, Simpson, Jaccard etc.). Molekulare Beschreibung von Alpha- und Betadiversität (basierend auf Arten und klassischen alphataxonomischen Indices, oder basierend auf molekularer Diversität, MOTUs, ESUs, ASVs). Kenntnis zu Typen genetischer und genomischer Datensätze (Amplicon Diversität, Metabarcoding, Metagenomics, Metatranscriptomics, population genomics). Übersicht über Methoden zur Beschreibung funktioneller Diversität mit genomischen Daten (Netzwerkansatz, Interaktionsanalyse, molekulare Funktionsanalyse via Annotationen [z.B. GO-Terms]). Grundlagen der Populationsgenetik und molekularen Ökologie (Genetische Marker, mikroevolutionäre Prozesse wie Genfluss, Drift, Bottleneck, Adaptation)

Übungen: Studiendesign, um Effekte von Umweltänderungen auf die molekulare Diversität zu erfassen; Clustering und Denosing Ansätze, um die Arten/OTU/ESV-Diversität in Seen und Flüssen zu erfassen.

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung ist eine mündliche Prüfung (Dauer 20 min bis max. 45 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung (max. 2 Fehltag).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

7 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Mikroskopische Organismen des Wassers	3
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Bánk Beszteri Dr. Sára Beszteri	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1. Fachsemester	Ein Semester	P	6

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Diversität aquatischer Organismen	Vorlesung	1	90 h
2	Diversität aquatischer Organismen	Übung	1	45 h
3	Molekulare Ökosystemanalyse	Seminar	1	45 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden verfügen über fundierte und anschlussfähige Kenntnisse über die Diversität und ökologische und biogeochemische Funktionen der mikroskopischen Organismengruppen in aquatischen Ökosystemen. Die Studierenden können aquatische mikroskopische Organismen beproben, beobachten, kultivieren und in Kulturexperimenten untersuchen. Sie kennen die systematische Stellung, morphologische Merkmale und zytologische Strukturen der wichtigsten Algengruppen und die Funktion dieser Strukturen. Aufgrund ihres Überblickwissens haben sie Zugang zu aktuellen Fragestellungen der molekularen und der mikrobiellen Biodiversität, und sich wissenschaftlich in Wort und Schrift ausdrücken.

Inhalte des Moduls

Vorlesung:

- Meere und Süßgewässer als mikrobielle Habitate.
- Diversität mikroskopischer Organismen in aquatischen Habitaten: Prokaryoten, Pilze, Mikroalgen, Protisten.
- Überblick der Stoffwechselvielfalt aquatischer Eukaryoten und Prokaryoten
- Mikrobieller Stoffwechsel und biogeochemische Kreisläufe (C, N)
- Evolution der Mikroalgen: Endosymbiosen; Phylogenomik

Übung:

Feldprobenahme; Kultivierung und Isolierung von Mikroalgen; ökophysiologisches Experimentieren; PAM Fluorometrie.

Seminar:

- Phytoplankton-Blüten; die Sverdrup-Hypothese
- Anaerobe Stoffwechselprozesse bei aquatischen Eukaryoten
- Auswirkungen von Umweltveränderungen auf aquatische Mikroorganismen
- Evolution von Plastiden-Endosymbiosen
- Biotische Interaktionen unter aquatischen Mikroorganismen
- Molekulare Untersuchungen der Diversität und Funktion aquatischer Mikroorganismen-Gemeinschaften

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur. (Dauer 45 min bis max. 180 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung (max. 2 Fehltage erlaubt).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Science Slam	4
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Florian Leese	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
1. Fachsemester	Ein Semester	P	2

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Vorbereitung auf den Science Slam	Seminar	1	30
2	Science Slam	Fest- veranstaltung		30
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			1	60

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden wissen, wie man wissenschaftliche Konzepte der allgemeinen Öffentlichkeit präsentieren kann und können dieses Wissen in einer Präsentation umsetzen. Die Studierenden wissen, wie man einen ansprechenden, kurzen und präzisen Vortrag hält. Außerdem lernen die Studierenden wie man wissenschaftlichen Fachjargon vereinfachen kann und können wissenschaftliche Inhalte allgemeinverständlich darstellen.

Inhalte des Moduls

- Ein initiales Treffen, bei dem die Themen vergeben werden, welche sowohl für die breite Öffentlichkeit als auch für die Wissenschaft interessant und relevant sind.
- Treffen finden einmal pro Monat statt, bei denen fünf bis sechs Studierende jeweils fünfminütige Vorträge halten.
- Die Studierenden stimmen jeden Monat über die beiden besten Vorträge ab.
- Die Studierenden, die als die Besten gewählt wurden, werden am Ende des Semesters für die Öffentlichkeit ihren Vortrag halten.
- Studierende, die am Ende des Semesters keinen Vortrag für die Öffentlichkeit halten, helfen bei der Organisation und Werbung für die öffentlichen Vorträge.

Studien- und Prüfungsleistungen
--

Die Modulprüfung besteht aus einem Vortrag für ein öffentliches Publikum (Science Slam) (Dauer 5 min). Als Studienleistung müssen die Studierenden entweder ihren Vortrag auf der Festveranstaltung halten oder bei deren Organisation mitwirken.

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

2 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken	5
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Jens Boenigk, Dr. Christina Bock	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	Ein Semester	P	7

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		Keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Mikrobielle Ökologie und Physiologie	Vorlesung	2	80
2	Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken	Vorlesung	1	50
3	Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken	Übung	3	80
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	210

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis der mikrobiellen und molekularen Ökologie und Physiologie. Sie kennen wichtige phylogenetische Gruppen und deren Verbreitung und Funktion in Ökosystemen. Sie kennen Zusammenhänge und Prinzipien der mikrobiellen Ökologie und Physiologie und können diese auf verschiedene Habitate und Umweltsituationen übertragen. Sie kennen die Bedeutung sterilen Arbeitens und verfügen über vertiefte Kenntnisse mikrobiologischer und molekularer Methoden und können für mikro- und molekularbiologische Fragestellungen geeignete Methoden auswählen und diese selbstständig anwenden. Sie können die Vor- und Nachteile dieser Methoden in Bezug auf die zu beantwortende Fragestellung kritisch und sachlich einschätzen und bewerten. Sie können sich wissenschaftlich in Wort und Schrift ausdrücken. Sie können auf dem aktuellen Stand von Forschung und Anwendung Fachvertreterinnen und Fachvertretern sowie Laien ihre Schlussfolgerungen und die diesen zugrunde liegenden Informationen und Beweggründe in klarer und eindeutiger Weise vermitteln.

Inhalte des Moduls

Vorlesung „Mikrobielle Ökologie und Physiologie“

- Diversität und Phylogenie von Prokaryoten
- Diversität und Phylogenie von Protisten
- Mikrobielles Nahrungsnetz im Boden und im Wasser: Funktionelle Gruppen
- Wachstum und Prädation, funktionelle und numerische Antwort
- Energiestoffwechsel: aerobe und anaerobe Atmung
- Energiestoffwechsel: Gärung, oxygene und anoxygene Photosynthese, Bacteriorhodopsin
- Energiestoffwechsel: Redoxgradienten in Böden und Sedimenten
- Angewandte mikrobielle Ökologie: Kläranlagen
- Angewandte mikrobielle Ökologie: Korallenbleiche und Algenblüte
- Biofilme

Vorlesung und Übung „Molekulare und mikrobiologische Arbeitstechniken“

- Labororganisation und Sicherheit im Labor
- Steriles Arbeiten, Reinigung, Desinfektion und Sterilisation
- Mikrobielle Arbeitstechniken (Kultivierung in fest- und Flüssigmedien)
- Isolierung von Mikroorganismen aus Umweltproben
- Bestimmung der Keimzahl über kultivierungsabhängige Verfahren
- Lichtmikroskopische Techniken (Phasenkontrast und DIC)
- Epifluoreszenzmikroskopie
- Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH)

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung ist eine Klausur (Dauer 45 min bis max. 180 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung (max. 2 Fehltage).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

7 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Angewandte Limnologie	6
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Daniel Hering, Dr. Christian Feld, Dr. Sebastian Birk, Dr. Jochem Kail, Dr. Armin Lorenz	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	Ein Semester	P	8

Voraussetzungen Prüfungsordnung	laut	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine		keine	Deutsch und Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Theoretische Grundlagen und praktische Übungen zu Methoden und Verfahren aus der angewandten Limnologie	Vorlesung / Übung	3	120
2	Fließgewässerpraktikum)	Praktikum	3	120
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	240 h

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Daten zu Umweltvariablen (Wasserqualität, Abfluss, Gewässermorphologie) und zu Lebensgemeinschaften der Fließgewässer (Makrozoobenthos, Makrophyten, Fische, FFH-Arten) auszuwerten und zu interpretieren. Sie können die Ergebnisse der Bewertungsverfahren auf Ebene einzelner Arten, biologischer Indices und Organismengruppen interpretieren und auf Grundlage der Indikatoreigenschaften die wesentlichen und relevanten Belastungen identifizieren. Sie kennen ein breites Spektrum von Maßnahmen zur Verbesserung des chemischen, hydromorphologischen und ökologischen Zustandes von Gewässern inklusive der rechtlichen Rahmenbedingungen für ihre Anwendung sowie ihrer Vor- und Nachteile. Sie sind in der Lage, aus vorhandenen Daten eigenständig Maßnahmenprogramme zu konzipieren und einer Erfolgskontrolle zu unterziehen sowie die Bedeutung der daraus resultierenden Ökosystemleistungen einzuschätzen.

Inhalte des Moduls

Das Modul gliedert sich in zwei Lehrveranstaltungen.

In der Vorlesung mit Übung während des Semesters werden die theoretischen Grundlagen sowie die praktische Anwendung der Methoden und Verfahren vermittelt, mit denen Wasserchemie, Hydrologie/Hydraulik, Gewässermorphologie und Ökologie in Fließgewässern und deren Auen erfasst und bewertet werden können. Das sind insbesondere Methoden und Verfahren zur Erfassung von Wasserqualitätsparametern, zur Abflussmessung und Bewertung der Hydrologie über die IHA (Indicators of Hydrologic Alteration), Gewässerstrukturkartierung und Auenzustandsbewertung AuenZEB, Bewertung der Makrophyten (PHYLIB) und Fische (fiBS), sowie zur Gesamtbewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie, der Biodiversität in FFH-Gebieten und zu Ökosystemleistungen (PerloDES als Verfahren zur Erfassung und Bewertung des Makrozoobenthos wird als bekannt vorausgesetzt). Im Weiteren werden dann potenzielle Gewässermanagement- und Renaturierungsmaßnahmen sowie Ansätze zur Definition von Entwicklungszielen und der Erstellung konkreter Maßnahmenpläne unter Berücksichtigung der gegebenen Restriktionen vorgestellt. Am Ende werden Grundlagen zu Monitoringskonzepten (BA, CI, BACI) und Verfahren zur Erfolgskontrolle vermittelt.

Im Fließgewässerpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit werden die in der Vorlesung und Übung erlernten Grundlagen und Methoden im Rahmen eines Geländepraktikums angewandt. Hierbei werden mit Hilfe der erlernten Methoden an verschiedenen Gewässern sowohl Makrozoobenthos-, Makrophyten- als auch Wasserproben genommen. Des Weiteren wird eine Strukturgütekartierung durchgeführt. Die gesammelten Daten werden in Gruppenarbeit eingehend ausgewertet und miteinander verschnitten, um die Defizite zu bestimmen und eine passende Renaturierungsplanung auszuarbeiten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (Dauer 90 min).

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung und dem Praktikum (max. zwei Fehltag bei der Übung im Semester, max. ein Fehltag im zweiwöchigen Fließgewässerpraktikum).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

8 von 120 benoteten Credits

Modulname	Modulcode
Datenauswertung und bioinformatische Prozesse	7
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Dr. Michael Kloster Dr. Jochem Kail, Dr. Yen Le	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	Ein Semester	P	10

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine	Statistik für Naturwissenschaftler, Einführung in R	Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Datenstrukturen und bioinformatische Prozesse	Seminar	2	80
2	Studiendesign und statische Auswertung	Vorlesung	1	40
3	Studiendesign und statische Auswertung	Übung	3	120
4	Ecological Modelling	Seminar	1	60
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			7	300 h

Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen wichtige Methoden und Ansätze der Konzeption und Auswertung von experimentellen und Feldstudien aus dem Bereich der (aquatischen) Ökologie. Sie erlernen die hierfür genutzten Verfahren aus dem Bereich der uni-, bi- und multivariaten Statistik und Bioinformatik. Des Weiteren kennen die Studierenden die grundlegende Konzepte zur Planung von Beobachtungs- und experimentellen Studien im Kontext unterschiedlicher Herangehensweisen der statistischen und bioinformatischen Auswertung. Die Studierenden können ferner wissenschaftliche Studien in deutscher und englischer Sprache verstehen, interpretieren sowie die Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vorstellen.

Durch den Übungsteil Studiendesign und statistische Auswertung beherrschen die Studierenden die oben genannte Verfahren und können Sie auf erhobene Daten anwenden.

By attending the seminar course "Ecological modelling" the students will obtain knowledge of modelling methods in the ecological research literature (mechanistic models such as differential equation or agent-based models, empirical models, probabilistic models, etc.) and they will develop the ability to understand and present modelling methods and results.

Inhalte des Moduls
<p>Die drei Fokusbereiche des Moduls liegen auf Experimenten, Bioinformatik und Bioindikation.</p> <p>Konzeptionelle und methodische Grundlagen der explorativen Datenanalyse und der statistischen Inferenz (in Rahmen der klassischen und Bayes'schen Statistik) werden kennengelernt und auf in der ökologischen Forschung häufig angewendeten Fallbeispielen (zB. Dosis-Antwort Kurven, Wachstumskurven) angewendet.</p> <p>Im bioinformatischen Teil wird einen Einblick in die verschiedenen Sequenziermethoden und -strategien gegeben, mit welchen man diese Fragestellungen auf molekularer Ebene beantworten kann. Es werden schrittweise Methoden zur Analyse von Hochdurchsatz-Sequenzierungsdaten erlernt und praktisch durchgeführt. Insbesondere erlangen die Studierenden Kenntnisse über verschiedene Techniken der Hochdurchsatz-Sequenzierung und Methoden zur Transkriptom- und Genomanalyse, Metatranskriptom- und Metagenomanalyse, Barcoding und Ampliconsequenzierung.</p> <p>Im Modulteil "Bioindikation multipler Stressoren" steht die Konzeption, Durchführung und Anwendung von Experimenten und Feldstudien im Fokus, die die Analyse von Effekten multipler Umweltbelastungen (Stressoren) auf Bioindikatoren zum Ziel haben. Die Studierenden erlangen einen Überblick über die Methoden der Bioindikation im Zusammenhang mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Multivariate Methoden zur Exploration multipler Stressoren, multiple Regressionsanalysen und Indikatorartenanalysen zur Identifikation biologischer Effekte entlang von Umweltgradienten und direkte Gradientenanalysen zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen abiotischen und biologischen Daten werden vorgestellt.</p> <p>In the first sessions of "Ecological Modelling", the lecturers will give an overview of different modelling approaches employed in ecological research, namely empirical models (statistical models, like linear and non-linear models, generalized linear models, etc.) and mechanistic models (mathematical models, like static and dynamic models, deterministic and stochastic models, discrete and continuous models, and agent-based models). One lecture on scientific presentation concludes the initial part of this seminar.</p> <p>In the following sessions of the seminar "Ecological Modelling", each student will present in a talk a critical review of a scientific publication or topic.</p>

Studien- und Prüfungsleistungen
<p>Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (Dauer 45 min bis max. 180 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt) und einer Präsentation im Rahmen der Veranstaltung Ecological Modelling.</p> <p>Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht in der Übung (max. 2 Fehltage erlaubt).</p>
Stellenwert der Modulnote in der Endnote
8 von 120 benoteten ECTS

Wahlpflichtmodule

Im Wahlpflichtbereich sind zwei Module zu wählen. Weitere Informationen zu den Wahlpflichtmodulen können Sie unter der folgenden Internetseite einsehen (Paßwort ist nicht erforderlich):

<https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=8561>

Die Verteilung der Wahlmodule läuft online über eine Umfrage in dem oben genannten Moodlekurs. Der Wahlzeitraum liegt am Ende des Wintersemesters (ca. Anfang Feb) und wird in dem Moodleraum bekannt gegeben.

Modulname	Modulcode
Anwendung geographischer Informationssysteme in der Gewässerplanung	9.3
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Dr. Jochem Kail	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine	Grundkenntnisse GIS	Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Anwendung geographischer Informationssysteme in der Gewässerplanung	Praktikum	4	180 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage typische Workflows aus dem Bereich des Fließgewässer-Managements und der Fließgewässer-Ökologie in ArcPro zu entwickeln und durchzuführen. Dazu gehört vor allem das Arbeiten mit routenfähigen Gewässernetzen in Zusammenhang mit Punktdaten (z.B. Probestellen oder Bauwerke), die Abgrenzung und das Puffern von Liniensegmenten auf den Gewässernetzen und die Abgrenzung von Einzugsgebieten auf Grundlage digitaler Geländemodelle sowie die Bestimmung der Landnutzung in diesen Polygonen. In Abhängigkeit von den Vorkenntnissen der Studierenden werden diese Analysen mit dem Model Builder und / oder in Python Skripten automatisiert.

Inhalte des Moduls

- Einführung bzw. Wiederholung der Grundlagen zu geographischen Informationssystemen und der grundlegenden Funktionen der Software ArcPro.
- Lineare Referenzierung auf Gewässerlinien: Erstellen von routenfähigen Gewässernetzen sowie Behebung gängiger Fehler in Gewässernetzen. Referenzierung von Punkten (Probestellen) und Linien (Gewässerabschnitten) auf dem routenfähigen Gewässernetz.
- Punktdaten: Import von Punktdaten wie z.B. Probestellen über Koordinaten (z.B. GPS), Einsatz des Tools „Fangen“, um die Punkte exakt auf dem Gewässernetz zu verorten, Übertragung von Informationen der Gewässerlinien und aus anderen Quellen (z.B. Höhenraster) auf die Probestellenpunkte.
- Abgrenzung von Einzugsgebieten mit Hilfe von Geländemodellen.
- Puffern: Erstellung von Puffern um Probestellen und entlang des oberhalb liegenden Gewässernetzes bis zu einer bestimmten Entfernung.
- Bestimmung des Flächenanteils von z.B. Landnutzungsdaten in den Puffer- und Einzugsgebietspolygonen; Übertrag dieser Informationen auf die Probestellen.
- Zusammenstellung der Daten und erste Auswertungen der Auswirkung der im GIS erzeugten Umweltvariablen auf die über die Probestellendaten beschriebene Biologie.
- Je nach Vorkenntnissen weitere Übungen wie z.B. Routenanalysen / Netzwerkanalysen in Gewässernetzen (z.B. Berechnung von Distanzen in Gewässernetzen) sowie eine kurze Einführung in die automatisierte Auswertung von Luftbildern (Fernerkundung) mit Hilfe der Object Based Image Analysis (OBIA) (abweichend in der Software eCognition).
- Automatisierung der Analysen mit Hilfe des Model Builders und / oder in Python Skripten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Das Modul besteht aus einem einwöchigen, ganztägigen Blockkurs und einer eigenständig zu bearbeitenden Übung mit in etwa dem gleichen Zeitaufwand (einwöchig, ganztägig)

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht im Blockkurs (max. 1 Fehltag erlaubt) und Abgabe der Ergebnisse der Übung (GIS-Dateien).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Aquatische Parasitologie	8.1
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Bernd Sures Dr. Daniel Grabner Dr. Milen Nachev Dr. Jessica Schwelm	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	Ein Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Sicherheitsunterweisung für das Praktikum	Keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Aquatische Parasitologie	Praktikum	4	180 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die ökologische und ökosystemare Bedeutung von Parasiten. Die Studierenden können einfache parasitologische Untersuchungen und statistische Auswertungen praktisch durchführen. Sie können anhand von Primärliteratur Wissen aufbereiten und vorstellen. Schlüsselqualifikation: Fähigkeit zur Wissensextraktion im Kontext der Lehrform „Vorlesung“; Fähigkeit zur systematischen und zielgerichteten Erarbeitung neuen Fachwissens in einem begrenzten Zeitraum aus zum Teil englischsprachiger Fachliteratur und Präsentation dieses Wissens in Form eines Referates, Durchführung grundlegender parasitologischer Untersuchungsmethoden und statistischer Auswertungen.

Inhalte des Moduls

Die Studierenden werden mit repräsentativen aquatischen Parasiten sowie mit ihren Wirten vertraut gemacht. Die Biologie und Ökologie ausgewählter Arten der wichtigsten Gruppen von Ekto- und Endoparasiten von Fischen, Schnecken und Krebsen (Excavata, Sporozoa, Myxozoa, Microspora, Ciliata, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Crustacea) wird vorgestellt.

Die Biologie und Ökologie ausgewählter Arten der wichtigsten Parasitengruppen wird anhand von lebenden Parasiten, Dauerpräparaten und wissenschaftlichen Filmen erläutert. Im Rahmen des Praktikums werden die Studierenden in grundlegende Diagnose- und Sektionstechniken (z.B. Blutausstriche, koprologische Untersuchungsmethoden, Tiersektionen, lichtmikroskopische Untersuchungen, etc.) eingewiesen. Zu einzelnen Parasitengruppen oder Themen werden Kurzreferate gehalten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung besteht aus einer 20 minütigen mündlichen Prüfung.

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheit im Praktikum (max. 2 Fehltage).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Data science and computer vision in ecology	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
B. Beszteri	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Master Aquatische Biologie, Master Biologie, Master Biodiversität, Master Molekularbiologie, Master Medizinische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	1 Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Für alle: Bachelorabschluss	Gute Englischkenntnisse Grundkenntnisse der Datenanalyse mit R

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
Introduction to data science and computer vision in ecology	VO	2	90 h
Applying data science and computer vision in ecology	SE/PR	2	90 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)		4	180 h

Lernziele des Moduls

Die Studierenden verfügen über einen Überblick der Einsatzfelder und –zwecke maschineller Lernmethoden in der Umweltforschung. Sie kennen die Aufgaben und wichtigsten Methoden moderner Data Science in der Biologie und aktuelle Entwicklungen zu unterschiedlichen Phasen des Daten-Lebenszyklus. Sie können statistische Modelle und maschinelle Lernmodelle auf ökologische Daten anwenden und solche Modelle interpretieren, können die Eignung unterschiedlicher Methoden für spezifische wissenschaftliche Fragestellungen kritisch bewerten, und sie können sich auf dieser Basis selbständig in die Anwendung neuer Methoden einarbeiten. Sie kennen Ansätze, um die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit von Datenanalysen und Datenprodukten zu verbessern, und können die selber bei ihren eigenen Analysen verwenden.

Die Anwendungsbeispiele des Moduls kommen aus dem Bereich der ökologischen und Evolutionsforschung, aber die kennengelernten Methoden der Bildanalyse und des maschinellen Lernens

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Teilprüfung 1: Seminarvortrag (20-30 Minuten)

Teilprüfung 2: Hausarbeit

Prüfungsnummer: ZJA40027

Modulname		Modulcode	
Data science and computer vision in ecology		Bio-MA	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
Introduction to data science and computer vision in ecology			
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
B. Beszteri, M. Kloster		Biologie	WP
Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2. Fachsemester	SoSe	Deutsch / Englisch	12

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Workload in Summe
2	28 h	62 h	90 h

Lehrform
Vorlesung
Lernziele
<p>Die Studierenden verstehen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Modellen in der Statistik und im maschinellen Lernen, sowie zwischen „traditionellen“ maschinellen Lernmethoden und tiefen neuronalen Netzen. Sie haben einen Überblick über die Typen der Fragestellungen, die mittels solcher Modelle in der ökologischen und Evolutionsforschung beantwortet werden können. Sie kennen die Grundlagen und einige mögliche ökologische Anwendungsfelder von tiefen neuronalen Netzen, insbesondere von tiefen Konvolutionsnetzwerken, für die Auswertung von Bildinformationen. Sie verstehen die Möglichkeiten moderner Hochdurchsatz-Bildgebungsverfahren und die Einsatzmöglichkeiten quantitativer morphologischer und Bildanalyse-Methoden im ökologischen Kontext.</p> <p>Die Studierenden haben einen Einblick in den aktuellen Forschungsstand und in aktuelle Trends im Bereich des maschinellen Lernens in der Ökologie und können deren Ergebnisse kritisch interpretieren. Sie ordnen Zusammenhänge in den Kontext existierender Forschungsergebnisse ein.</p>
Inhalte

Grundlagen der Datenmodellierung: Rekapitulierung statistischer Modelle anhand der linearen Modellfamilie – deterministische und stochastische Komponenten, Übersetzung zwischen unterschiedlichen Darstellungsformen, praktische Anwendung, Gütebewertung und Interpretation. Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen statistischen Modellen, traditionellen maschinellen Lernmethoden und tiefen neuronalen Netzwerken. Bildgebende Verfahren und Bildverarbeitung, Quantitative Erfassung von Morphologie: wissenschaftliche Motivationen und Anwendungsgebiete; Entwicklung des Methodenarsenals von den Anfängen der Biometrie zu tiefen Konvolutionsnetzwerken; Form vs. Größe; Allometrie; Rolle und Möglichkeiten von Morphometrie und Bildanalyse im Zusammenhang mit modernen Hochdurchsatz-Bildgebungsverfahren: Objekte in Bildern algorithmisch detektieren, zählen, klassifizieren.			
Prüfungsleistung			
Seminarvortrag (20-30 Minuten)			
Literatur			
▪ Aktuelle Fachliteratur, wird zur Verfügung gestellt			
Weitere Informationen zur Veranstaltung			
Studienleistung: regelmäßige Teilnahme (zwei Fehlzeiten erlaubt).			
Modulname		Modulcode	
Morphometrie und Bildanalyse		Bio-MA	
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
Praktikum mit Seminar: Applying data science and computer vision in ecology			
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WPW)
B. Beszteri, M. Kloster		Biologie	WP
Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2. Fachsemester	SoSe	Deutsch / Englisch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Workload in Summe
2	28 h	62 h	90 h

Lehrform
Praktikum mit Seminar
Lernziele

<p>Studierende können geleitete und ungeleitete Modelle der Statistik und des maschinellen Lernens anwenden, diese kritisch bewerten und interpretieren. Sie können manuell und mittels grundlegender Bildanalysemethoden die Morphologie biologischer Objekte quantifizieren und nach der Anwendung von obigen Modellen auf erhobene Daten die Ergebnisse ihrer Analysen bezogen auf biologische Fragestellungen interpretieren. Sie können fragestellungsbezogen selbständig Datenerhebungs- und Analyse-Prozeduren unter Berücksichtigung von Praxisempfehlungen zum transparenten Umgang mit Datenprodukten entwerfen, durchführen und dokumentieren.</p>
<p>Inhalte</p>
<p>Geleitete und ungeleitete Modelle in der Statistik und im maschinellen Lernen – Anwendung, Interpretation, Gütebewertung, Modellvergleiche. Herkömmliche Bildanalyse: Grundlagen der Erfassung, Verarbeitung und Auswertung von Bilddaten; herkömmliche Herangehensweisen an die quantitative Erfassung morphologischer Information (Morphometrie; Extraktion quantitativer Bildmerkmale durch Bildanalyse; Rechnen mit Bildern; Grauwerte, Histogramme, Grundmethoden der Bildanalyse: grundlegende Bildoperatoren, Filterkonvolution, Segmentierung; Morphospaces). Vergleich zwischen traditionellem maschinellen Lernen und „Deep learning“ Methoden; Analyse von Bilddaten mittels tiefen neuronalen Konvolutionsnetzwerken. Datentransparenz und Data Science: Daten und Metadaten-Erfassung; einfach nachvollziehbarer Programmcode, FAIR-Prinzipien der Datenhaltung</p>
<p>Prüfungsleistung</p>
<p>Hausarbeit</p>
<p>Literatur</p>
<p>Moderne Datenanalyse mit R, S. Sauer, Springer 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-658-21587-3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ R for Data Science, Wickham & Groelund, O'Reilly 2017/2023, https://r4ds.hadley.nz/ ▪ Deep learning with R, Chollet, Kalinowski & Allaire, 2nd ed., Manning 2022, https://primo.uni-due.de/view/action/uresolver.do?operation=resolveService&package_service_id=14790328750006446&institutionId=6446&customerId=6440&VE=true ▪ Deep Learning and Scientific Computing with R torch, Keydana, CRC Press, 2023, https://skeydan.github.io/Deep-Learning-and-Scientific-Computing-with-R-torch/ ▪ Aktuelle Fachliteratur, wird zur Verfügung gestellt
<p>Weitere Informationen zur Veranstaltung</p>
<p>Studienleistung: regelmäßige Teilnahme (max. zwei Fehltage erlaubt).</p>

Modulname	Modulcode
FFH und Natura2000	8.2
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Daniel Hering Dr. Armin Lorenz	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	4

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine	keine	Deutsch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	FFH und Natura2000	PR	4	120 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	120 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen wesentliche Inhalte der europäischen und nationalen Naturschutz-Gesetzgebung. Sie kennen die gängigen Verfahren zur Erfassung von FFH-Lebensraumtypen sowie von FFH-Anhangsarten und haben praktische Erfahrungen mit einzelnen dieser Verfahren erworben. Sie kennen den Aufbau von FFH-Verträglichkeitsstudien und sind in der Lage, solche Studien zu konzipieren.

Inhalte des Moduls
Grundlagen von Natura 2000: Gesetzlicher Auftrag, Erhaltungszustände, Berichtspflicht und Umgang mit Standarddatenbögen. Zuständigkeiten im Naturschutz: welche Behörde ist für welche Fragestellungen zuständig? Ansprache und Ökologie der FFH-LRT: Ansprache von LRT vor-Ort; Abgrenzung von LRT im Gelände. Ökologie und Erfassung ausgewählter FFH-Anhangsarten (Pflanzen, Wirbeltiere, Wirbellose). Verbindung von FFH mit Land- und Forstwirtschaftsförderung: Agrarumweltmaßnahmen, GAP 1. und 2. Säule, Bedeutung von Natura2000 im Wald.

Studien- und Prüfungsleistungen
--

Die Modulprüfung besteht aus einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min bis max.45 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht im Praktikum (max. 2 Fehltage erlaubt).

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Geländeübung	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
N. Ruchter	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Master Aquatische Biologie, Master Biodiversität	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
2. Fachsemester	1 Semester	P	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Bachelorabschluss	keine

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Veranstaltungstyp	SWS	Workload
6.1	Geländeübung	ÜB	6	180 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Die Studierenden kennen verschiedene Lebensräume (Wald, Grasland und andere Offenlandsysteme, Gewässer, Stadt).</p> <p>Sie kennen typische Arten und Lebensgemeinschaften und ihrer Erfassung.</p> <p>Sie kennen prägende abiotische Bedingungen und beherrschen ihre Messung.</p> <p>Sie kennen biotische Wechselbeziehungen und ihre Analyse.</p> <p>Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse in organismischen und ökosystemaren Teilbereichen der Biologie.</p> <p>Die Studierenden stellen Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vor.</p> <p>Sie kennen verschiedene moderne Methoden und spezielle Arbeitstechniken der Biologie und können die Vor- und Nachteile dieser Methoden in Bezug auf die zu beantwortende Fragestellung kritisch und sachlich einschätzen und bewerten.</p> <p>Sie wenden selbständig moderne Methoden und Arbeitstechniken der Biologie im Labor und im Freiland an.</p>

Inhalte des Moduls

Abhängig von den gewählten Exkursionen.

Die Exkursionen werden jedes Jahr im Februar zur Wahl angeboten. Regelmäßig finden folgende Exkursionen statt (Änderungen sind möglich):

- Artenschutz heimischer Wildtiere (Senckenberg, Gelnhausen), 5 Tage
- Botanische Tagesexkursionen (im Bereich Essen und weiteres NRW), 3 Tage
- Biodiversitätsmonitoring Spessart & Rhein-Main-Observatorium, 5 Tage
- Invasionsbiologie (Tschechien), 10 Tage
- Meeresbiologische Exkursion (Giglio, Italien – nur alle zwei Jahre), 10 Tage
- Ökologische Exkursion an den Mondsee (Österreich), 5 Tage
- Zoologische Tagesexkursionen (Essen und weiteres NRW), 3 Tage

Studien- und Prüfungsleistungen

Studienleistung: Anwesenheitspflicht

Insgesamt müssen 10 ganze Exkursionstage absolviert werden. Das kann über eine 10 tägige Exkursion oder über mehrere kürzere Exkursionen nachgewiesen werden. Eventuelle Seminartermine begleitend vor oder nach den Exkursionen zählen nicht als Exkursionstage und müssen zusätzlich absolviert werden.

Abhängig von der Geländeübung: Präsentation/Referat, Protokoll (ZJA91068)

Studienleistung: Erfüllung der Anwesenheitspflicht

Das Nachweisblatt zu den Exkursionen kann im Moodlekurs

<https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=4581#section-4>

runtergeladen werden. Dieses muss ausgefüllt und bei der Studiengangskoordination abgegeben werden.

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Introduction to Marine Biology	
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Sonja Rückert	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie, Biodiversität	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
keine	Keine	Englisch (und Deutsch)

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Introduction to Marine Biology	Vorlesung	2	90
2	Narrated PowerPoint presentation (public engagement)	Übung	1	90
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			3	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Students have the opportunity to engage in critical reflection on the diversity of marine habitats and the organisms residing within them. They can interpret the biology of discussed organisms in the context of their surroundings and compare various marine ecosystems, considering the diversity of organisms, their life cycles, and adaptations to different environmental factors. Additionally, students will gain the ability to interpret and construct marine food webs.</p> <p>Through active participation in the practice part, students will apply their acquired knowledge to create compelling audio-visual content focused on a specific marine organism or its coastal/marine habitat, designed to captivate a wide audience.</p>

Inhalte des Moduls

This module will introduce you to the extensive variety of marine organisms across various key marine ecosystems, spanning from plankton in surface waters to coral reefs and mangroves in shallow tropical seas, and further encompassing fish and mammals in the deep ocean. It will provide you with in-depth insights into these marine habitats, followed by a more focused view on the biology of the organisms, exploring their interactions with each other and the surrounding environment.

Lectures: Module and assessment introduction; Circulation and tides in coastal waters; Diversity of coastal communities; Pelagic organisms and food webs; Seabirds; Estuaries; Coral Reefs; Mangrove ecosystems; Deep Sea organisms and communities; Marine Mammals; Polar ecosystems; Fish diversity and adaptation; Macroalgae

Practice Part: We will focus here on approaches to public engagement with topics in marine biology. In the practice sessions you will reflect on presentation skills/formats and public outreach. You will prepare a plan for your audio-visual presentation, including chosen topic, most important points of information to be presented and the format/medium of presentation, which could be screened on a loop in a visitor centre/museum setting. This will be presented to the group for feedback.

Teilnahmevoraussetzungen und Prüfungsleistungen im Modul

The module assessment is an audio-visual presentation (narrated, subtitled PowerPoint, video blog post) attractive to a broad audience.

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 ECTS

Modulname	Modulcode
Molecular Ecology	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
Prof. Dr. F. Leese	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Master Aquatische Biologie, Master Biologie, Master Biodiversität, Master Molekularbiologie, Transnational ecosystem based Water Management	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Leistungspunkte
2. Fachsemester	ein Semester	WP	6 LP

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Grundkenntnisse Molekularbiologie, Biodiversität

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Veranstaltungs- typ	SWS	Workload
1	Molecular Ecology I (Field Course)	Ex	2	90 h
2	Molecular Ecology II (Data Analysis)	PR	2	90 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h

Lernziele des Moduls
<p>Die Studierenden wissen, welche Bedeutung Biodiversität für Ökosystemfunktionen und -leistungen besitzt und wie Veränderungen über ein Bio(diversitäts)monitoring systematisch erfasst werden können. Sie kennen Grundkonzepte der molekularen Biodiversität und Ökologie. Darauf aufbauend können Sie selbstständig Fragestellungen und Hypothesen entwickeln, um den Einfluss von Umweltstress auf Biodiversität generell sowie spezifisch mit molekularen Methoden zu quantifizieren. Sie kennen Konzepte für die Beprobung aquatischer Lebensgemeinschaften, insbes. in Flüssen und Bächen und können diese in der Praxis umsetzen. Weiterhin kennen und beherrschen sie angemessene molekulare Methoden und Arbeitstechniken für die Quantifizierung der Biodiversität mit Barcoding und Metabarcoding und können den Einfluss vom Einfluss von Umweltfaktoren auf Tiergemeinschaften sowie Populationen einzelner Arten bestimmen. Sie kennen typische Schwierigkeiten der 'Freiland- und Laborbiologie' und mögliche Lösungen. Die Studierenden stellen Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vor. Sie haben einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand der Ökologie, Biodiversitätsforschung und Populationsgenetik und können Forschungsergebnisse dieser Disziplinen kritisch interpretieren.</p> <p>Beide Teile des Moduls „Molecular Ecology“ bauen aufeinander auf und können NUR in Kombination gewählt werden.</p>

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
--

Vortrag (20 min + Diskussion + Handout) und Klausur (1,5 Std.) für Teil II. Der Vortrag geht zu 25%, die Klausur zu 75% in die Modulnote ein. Studienleistung: Anwesenheitspflicht. Prüfungsnummer:
ZJA92104

Modulname		Modulcode	
Molecular Ecology			
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
Molecular Ecology I (Field Course)			
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
F. Leese, A. Beermann		Biologie	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2. Fachsemester	Jedes SS	Englisch/Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Workload in Summe
2	60 h	30 h	90 h

Lehrform
Exkursion (50%) mit Seminar- (25%) und Praktikumsanteil (25%) an der Senckenberg-Forschungsstation in Gelnhausen (ggf. wg. Corona in Essen, ggf. virtuelle Teile).
Lernziele
Die Studierenden kennen natürliche und künstliche Faktoren, welche die Biodiversität in Fließgewässersystemen beeinflussen. Sie wissen, welche genetischen Methoden zur Erfassung der Artenvielfalt und Populationsdiversität eingesetzt werden können. Sie können verschiedene aquatische Organismen sicher im Freiland bestimmen und kennen deren Umweltansprüche und Ausbreitungsmodi. Ferner können sie Freilanduntersuchungen planen und durchführen, in denen die Biodiversität standardisiert genetisch erhoben und verglichen wird sowie der Einfluss natürlicher und künstlicher Faktoren bestimmt werden soll.
Inhalte
Die Studierenden konzipieren unter Anleitung molekularökologische Freilandstudien und führen diese vor Ort in Hessen (wenn möglich) durch. Im Zentrum steht die Frage, welche Faktoren die Arten- und Populationsdiversität in einem anthropogen-beeinflussten Einzugsgebiet beeinflusst. Es wird über genetische Hochdurchsatzsequenzierung und eDNA die Diversität der Wirbellosen erfasst und für einzelne Populationen zudem der Genfluss quantifiziert, um Barrierewirkungen zu bestimmen. Hierzu werden zunächst mit Hilfe von Gewässerkarten und Metadaten zu Umweltvariablen Probestellen für die Untersuchung aquatischer Invertebraten identifiziert. Diese werden anschließend beprobt und vor Ort im DNA-Labor prozessiert sowie Genabschnitte für die Sequenzierung mittels PCR amplifiziert. In den Exkursionen ins hessische Mittelgebirge wird zudem die geologische Entstehungsgeschichte sowie die biogeographischen Implikationen dieser auf die Verbreitung aquatischer Organismen vermittelt.
Prüfungsleistung
Das Modul wird mit Seminarvortrag und Klausur nach dem 2. Modulteil abgeschlossen (s.u.).
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - Freiland, Kirk, Petersen: Molecular Ecology, Wiley (https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470979365) - Beebee & Rowe (2008): An introduction to Molecular Ecology. Oxford University Press, Oxford. - Weitere Literatur wird bei der Vorbesprechung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Der erste Teil des Moduls findet vom 26.8. (Anreise) bis zum 31.08.2024 statt. Übernachtung erfolgt im Institutsgästehaus (Bettwäsche ist mitzubringen). Kosten 150 €. Eine ganztägige Exkursion mit Wanderung in das Biosphärenreservat Rhön findet ebenfalls statt. Wetterfeste Kleidung ist mitzubringen. Studienleistung: Protokoll (ca. 10 Seiten)

Modulname		Modulcode	
Molecular Ecology			
Veranstaltungsname		Veranstaltungscode	
Molecular Ecology II (Data Analysis)			
Lehrende/r		Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
F. Leese		Biologie	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2. Fachsemester	Jedes SS	Englisch/Deutsch	15

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Workload in Summe
2	28 h	62 h	90 h

Lehrform
Praktikum
Lernziele
Die Studierenden kennen und beherrschen die Methoden der DNA-Isolation, PCR und Sequenzierung. Sie kennen weitere genetische Marker-Systeme (inklusive moderner Hochdurchsatz-Sequenziermethoden) und deren Nutzen im Kontext molekularökologischer Studien und für das Monitoring von Biodiversität. Ferner können sie Parameter zur genetischen Diversität und Konnektivität mit open-source Software anhand der erhobenen Daten bestimmen und die Ergebnisse sicher interpretieren. Sie können aus Hochdurchsatz-Metabarcoding und eDNA-Metabarcoding-Daten Taxalisten erstellen und interpretieren. Sie kennen Vor- und Nachteile molekularer Methoden für die Ökologie und das Biodiversitätsmonitoring und können diese adressatengerecht kommunizieren. Sie wissen, welche Analysemethoden für welche Fragestellung einzusetzen ist.
Inhalte
Hochdurchsatz-Sequenzierung, Metabarcoding, eDNA, Sanger-DNA-Sequenzierung, Clustering, Taxonomie, Illumina-Sequenzierung, Fst, Sequenzediting, Alignment, Statistik.
Prüfungsleistung
Das Modul wird mit Seminarvortrag und einer Klausur (1,5 Std.) abgeschlossen. Studienleistung: Protokoll (ca. 10 Seiten). Prüfungsnummer: ZJA92104
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> - Beebee & Rowe (2008): An introduction to Molecular Ecology. Oxford University Press, Oxford. - https://ibol.org - Weitere Literatur wird bei der Vorbesprechung bekannt gegeben
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Link zum Moodlekurs: Link zum Moodlekurs: https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=29246
Zeitraum des Praktikums: 09.-13.09.2024 an der Universität Duisburg-Essen (Campus Essen).

Modulname	Modulcode
Microbial Bioinformatics	
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Alexander Probst Dr. Andre Soares, Dr. Till Bornemann	Chemie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie, Biodiversität	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
keine	Knowledge in Microbiology, Biochemistry, Molecular Biology	Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Microbial Bioinformatics	Praktikum	5	180
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			5	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
This course aims at teaching the basics in shell programming (no prerequisites necessary) and the full suite of skills for conducting genome-resolved metagenomics. The students will learn how to reconstruct genomes, assess their quality, and predict metabolic functions. These genomes will not only be limited to bacteria and archaea, but also include viruses, which will be linked to their hosts by reconstructing infection histories using CRISPR-Cas. Finally, the students will set their findings into an ecological context.

Inhalte des Moduls

The class is organized as a block course, with lectures on most mornings and actual research for the rest of the time (morning and afternoon). During lectures, students will be made familiar with:

- A programming language for analysis of microbial datasets
- Processing of metagenomic datasets
- Reconstruction of individual genomes from complex metagenomes
- Analysis of microbial genomes including phylogenomics
- Identification of viral genomes and linkage of viruses to hosts via CRISPR-Cas systems
- Multivariate data analysis for ecology and other purposes (optional)
- Metatranscriptomic analysis (optional)
- Metagenome sequencing (optional; wet lab)

The students will be individually integrated into existing research projects of the Research Center One Health Ruhr of the University Alliance Ruhr (Section Environmental Metagenomics, a.k.a. Probst Lab) and work on their own research question.

Teilnahmevoraussetzungen und Prüfungsleistungen im Modul

Presentation of results Prüfungsnummer: ZJA91081

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

6 von 120 ECTS

Modulname	Modulcode
Paläobiologie, Klimawandel und Evolution moderner Ökosysteme	9.5
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Jens Boenigk	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine	Ökosysteme und Organismische Vielfalt, Molekular- und Mikrobiologie des Wassers	Deutsch und Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Paläobiologie, Klimawandel und Evolution moderner Ökosysteme	Praktikum	4	180 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Die Studierenden erlernen selbständig, in Form von Vorträgen, und als Vorlesung die allgemeinen und theoretischen Grundlagen der Paläobiologie und der Evolution von Ökosystemen. Die Studentinnen und Studenten kennen die Aussagekraft und Anwendungsmöglichkeiten von Fossilien und können die wichtigsten Fossilgruppen identifizieren. Sie kennen die Prozesse der Fossilisation. Sie können Schlussfolgerungen aus der funktionellen Diversität auf die zunehmende Komplexität von Ökosystemen ziehen. Sie können aus den Entwicklungen der erdgeschichtlichen Vergangenheit Prozesse und Abläufe des globalen Wandels ableiten. Insbesondere kennen Sie die Grundlagen der Paläobiologie, der Erdgeschichte, und wichtige Fossilgruppen. Die Studierenden können ferner wissenschaftliche Studien in deutscher und englischer Sprache verstehen, interpretieren sowie die Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vorstellen. Durch den praktischen Teil des Moduls beherrschen die Studierenden die Auswertung und Interpretation von Fossilien und können die fossile Gemeinschaft aus verschiedenen Erdzeitaltern vergleichen und beurteilen. Die Studierenden können die Vor- und Nachteile verschiedener moderner Arbeitsmethoden der Paläobiologie in Bezug auf die beantwortende Fragestellung kritisch und sachlich einschätzen und bewerten.</p>

Inhalte des Moduls
<p>Das Modul vermittelt einen zusammenhängenden Einblick in die Paläobiologie und Evolutionsprozesse von den frühesten – einfachen Lebensformen und Ökosystemen bis zu heutigen komplexen Ökosystemen und behandelt Implikationen und Auswirkungen der Erdgeschichte auf den globalen Wandel. Das Modul umfasst die Baupläne wichtiger fossiler Organismengruppen, die Paläoökologie sowie die zunehmende Komplexität von Nahrungsnetzen und Biozönosen und die Evolution von Wirbeltieren, Invertebraten, Pflanzen und Mikroorganismen sowie deren Interaktion mit Änderungen der abiotischen Umwelt.</p> <p>Der Vorlesungsteil vermittelt die theoretischen Grundlagen der Paläobiologie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Allgemeine Paläontologie (Fossilisation und Fossiltypen, Lebensräume, Evolution und Taxonomie) Fossilien wichtiger Organismengruppen und deren Baupläne und Ökologie 2. Interaktion zwischen Evolution der Erde und Evolution des Lebens 3. Evolution von Ökosystemen und Interaktionen zwischen abiotischer Umwelt und biotischer Umwelt sowie Evolution der Komplexität von Nahrungsnetzen 4. Klimageschichte der Erde <p>Im praktischen Teil werden Methoden zur Auswertung von Fossilien behandelt und Ableitungen von Fossilfunden auf die Paläoökologie sowie die Erd- und Klimageschichte erarbeitet</p>
Studien- und Prüfungsleistungen
<p>Die Studienleistungen umfassen das Anfertigen von Zeichnungen wichtiger Fossilgruppen und die Erstellung eines Posters. Die Modulprüfung besteht aus einer Posterpräsentation, in der das Poster vorgestellt und das Thema in den weiteren Kontext eingeordnet wird (Dauer 20-30 min, die genaue Dauer wird zu Beginn des Moduls festgelegt).</p>
Stellenwert der Modulnote in der Endnote
6 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Praktikum	10
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Jens Boenigk alle Dozierenden des Studiengangs	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	20

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
Keine	keine	Deutsch und Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Forschungspraktikum	Praktikum	Projekt- abhängig	540 h
2	Begleitseminar	Seminar	2	60 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				600 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage ein 14 wöchiges Praktikum zu organisieren. Sie kennen die Kommunikationswege zwischen Praktikumsstelle und Betreuer. Sie planen die zu erledigenden Aufgaben, die zur Lösung einer wissenschaftlichen Fragestellung führen und können einen realistischen Zeit- und Arbeitsplan erstellen. Sie können erhobene Daten wissenschaftlich auswerten, dazu gehört auch die Auswahl und Anwendung geeigneter statistischer Methoden. Die Studierenden erlangen dabei fachspezifische Kenntnisse im Themenbereich der jeweiligen Arbeitsgruppe.

Inhalte des Moduls

Ziel dieses Moduls ist die Entwicklung eines eigenständigen 14 wöchigem Forschungsprojektes, ggf unter Einbindung von Auslandsaufenthalten und praxisorientierten Forschungstätigkeiten. Dieses Modul bietet größtmögliche Flexibilität und die Studierenden werden bei der Suche nach individuellen Praktika unterstützt. Externe Praktika sind möglich, wenn der/die Studierende dafür einen Prüfer aus der Fakultät für Biologie findet, der in der Lage ist das Projekt fachlich zu begleiten und im Anschluss zu bewerten.

Die Studierenden entwerfen gemeinsam mit der aufnehmenden Arbeitsgruppe und dem Prüfer eigene experimentelle Pläne zur Beantwortung einer wissenschaftlichen Fragestellung. Sie bearbeiten eine wissenschaftliche Forschungsfrage/Hypothese, die sie anhand geeigneter Methoden untersuchen und beantworten. Sie führen die Experimente selbständig durch und bewerten ihre Resultate unter Berücksichtigung von Fachliteratur, die sie sich selbstständig erarbeiten.

In einem begleitenden Internetkolloquium wird gewährleistet, dass die Studierenden Kontakt mit den Betreuerinnen und Betreuern an der Heimatuniversität und mit Kommilitoninnen und Kommilitonen halten.

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Modulprüfung ist ein Protokoll.

Die Vorstellung des Projektes sowie zu einem späteren Zeitpunkt die Präsentation der Ergebnisse im Begleitseminar sind Studienleistungen

Stellenwert der Modulnote in der Endnote

20 von 120 benoteten ECTS

Modulname	Modulcode
Literaturarbeit	11
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prof. Dr. Sonja Rückert, alle Dozierenden des Studiengangs	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
3. Fachsemester	Ein Semester	WP	10

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
keine	Keine	Deutsch und Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Scientific writing	Seminar	2	30
2	Literaturarbeit	Projekt	2	270
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	300 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben eine solide Grundlage für das Schreiben eines Mini-Review über ein Forschungsthema. Die Studierenden lernen wie man ein geeignetes Forschungsthema erkennt, wie man die richtige und wichtige Literatur erkennt, ausfindig macht und verwaltet und wie man das so erworbenen Wissen zusammenfasst. Sie können ihr erworbenes Wissen schriftlich so ausdrücken, dass es für jemanden mit allgemeinen biologischen Kenntnissen verständlich ist. Der schriftliche Mini-Review soll später für eine eigenständige Publikation oder als Einleitung der Masterarbeit genutzt werden.

Inhalte des Moduls
<p>Auf Grund des zeitgleichen Praktikums, findet dieses Seminar grundsätzlich online statt um sich im Ausland befindlichen Studierenden die Teilnahme zu ermöglichen (vereinbarte in Person Termine sind nach vorheriger Absprache möglich).</p> <p>Seminar:</p> <p>Vier gemeinsame Treffen, je 3 Stunden, zusätzlich individuell vereinbarte Gespräche/Diskussionen mit den Betreuern in den jeweiligen Arbeitsgruppen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Einführung, theoretische/praktische Aspekte und Rahmenbedingungen zum Schreiben eines Mini-Reviews. - Erkennen/erarbeiten eines spezifischen Forschungsthemas, Hilfestellung bei der Literatursuche und -verwaltung. - Möglichkeiten/Risiken und 'good scientific practice' in Bezug auf KI (e.g. ChatGPT) - Hilfestellungen zur Verbesserung der Englischen Grammatik, sowie des logischen Flusses von Informationen innerhalb und zwischen Absätzen in der schriftlichen Ausführung. <p>Literaturarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden wählen eine(n) betreuende(n) Dozentin/Dozenten des Masterstudiengangs Aquatische Biologie aus, die/der Sie beim Schreiben eines Mini-Reviews über ein spezifisches Forschungsthema betreut. Das Thema soll bereits Bezug zur geplanten Masterarbeit haben. - Die Studierenden werden einen Mini-Review auf Englisch verfassen, welcher ~5000 Wörter (Referenzen nicht inkludiert) umfassen soll. - In Absprache mit den betreuenden Dozierenden können die Mini-Reviews in Vorträgen in den AGs, oder koordiniert über mehrere (alle) AGs vorgestellt werden.

Teilnahmevoraussetzungen und Prüfungsleistungen im Modul
Die Modulprüfung besteht aus einer Hausarbeit.
Stellenwert der Modulnote in der Endnote
10 von 120 ECTS

Modulname	Modulcode
Masterarbeit	
Modulverantwortliche/r (in Fettdruck) und Lehrende	Fakultät
Prüfungsausschussvorsitzender alle Dozierenden des Studiengangs	Biologie

Zuordnung zum Studiengang	Modulniveau
Aquatische Biologie	Master

Vorgesehenes Studiensemester	Dauer des Moduls	Modultyp (P/WP/W)	Credits
4. Fachsemester	Ein Semester	WP	30

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen	Sprache
78 ECTS	Keine weiteren Prüfungen mehr offen	Deutsch und Englisch

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Workload
1	Masterarbeit	Projekt	Projekt- abhängig	720 h
2	Kolloquium zur Masterarbeit	Kolloquium	2	180 h
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)				900 h

Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Die Studierenden verfügen über die Basis, ihre wissenschaftlichen Kenntnisse im Rahmen einer Promotion zu vertiefen. Sie können eine master-typische Aufgabenstellung aus dem Gebiet der Aquatischen Biologie selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage methodisch erarbeiten; sind in der Lage, Arbeitsergebnisse systematisch darzustellen, in den Kontext bereits existierender Daten einzuordnen, zu interpretieren und zu dokumentieren, sowie aufbauend auf den Resultaten weitere Experimente zu planen. Sie stellen komplexe Zusammenhänge der unterschiedlichen organisatorischen Ebenen der Biologie systematisch dar. Sie ordnen komplexe Zusammenhänge in den Kontext existierender Forschungsergebnisse ein.</p> <p>Die Studierenden können Beiträge zur wissenschaftlichen Diskussion gesellschaftsrelevanter Fragen erfassen, sachlich und ethisch bewerten und die individuelle und gesellschaftliche Relevanz begründen.</p> <p>Die Studierenden stellen Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vor.</p> <p>Sie kennen verschiedene moderne Methoden und spezielle Arbeitstechniken der Biologie und können die Vor- und Nachteile dieser Methoden in Bezug auf die zu beantwortende Fragestellung kritisch und sachlich einschätzen und bewerten. Sie wenden selbstständig moderne Methoden und Arbeitstechniken der Biologie im Labor und im Freiland an.</p> <p>Die Studierenden entwickeln selbstständig Fragestellungen und Hypothesen, planen Forschungsprojekte zeit- und ressourcenorientiert und führen eigenständig Forschungsprojekte mit angemessenen Methoden und Arbeitstechniken durch. Sie werten Ergebnisse aus interpretieren Ergebnisse kritisch und sachlich stellen Ergebnisse in einen biowissenschaftlichen und gesellschaftlichen Zusammenhang stellen Ergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form adressatenbezogen vor.</p>

Inhalte des Moduls
<p>Es wird eine wissenschaftliche Forschungsarbeit im Bereich der Aquatischen Biologie angefertigt.</p> <p>Ein ausführlicher Leitfaden zur Masterarbeit ist in Moodle (https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=4581) hinterlegt. Hier gibt es genaue Informationen zur Beantragung externer Masterarbeiten, Verlängerungen, Voraussetzung für Betreuer, Zeiträume, Titelblätter, Kolloquium etc. Bitte beachten Sie auch unbedingt die Regelungen in der Prüfungsordnung.</p>

Teilnahmevoraussetzungen und Prüfungsleistungen im Modul
<p>Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Masterarbeit 2) Masterkolloquium (Dauer: 45 min, ca 20 min Vortrag und 25 min Diskussion) <p>Dabei geht die Masterarbeit mit 24 Credits und das Kolloquium mit 6 Credits in die Modulnote ein.</p> <p>Voraussetzung zur Teilnahme am Kolloquium ist die Abgabe der Masterarbeit.</p>
Stellenwert der Modulnote in der Endnote
30 von 120 benoteten ECTS

Impressum

Universität Duisburg-Essen

Fakultät für Biologie

Redaktion: Nadine Ruchter

Tel: 0201/183-3103

E-mail: biologie@uni-due.de

Die aktuelle Version des Modulhandbuchs ist zu finden unter:

<https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=4581>

und der Webseite des Studiengangs

Formblätter wie Anmeldungen zu Praktika und Masterarbeit sind im Moodlekurs

<https://moodle.uni-due.de/course/view.php?id=4581>

abrufbar.

Rechtlich bindend ist die Prüfungsordnung. Die Angaben sind ohne Gewähr, Änderungen sind vorbehalten.