

MASTERPROGRAMM
MOLECULAR BIOSCIENCES

Evolution Ecology

HIP - HIZ - IPMB - BBA - IFAB

Fakultät für Biowissenschaften
Universität Heidelberg



MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES

Major: Evolution & Ecology (EvolEcol)

Diese Broschüre soll einen ersten Eindruck über das Studium der Biologie in Heidelberg vermitteln, und wendet sich gezielt an diejenigen, deren Interessen vor allem im organismischen und weniger im zellulären und rein molekularem Bereich liegen.

In Heidelberg finden sich nahezu alle Facetten der biologischen Grundlagenforschung auf sehr hohem Niveau, dementsprechend sind die vielfältigen Themen auch in der Lehre präsent. Mit den neuen Studiengängen im Master-Programm wird hier eine neue Strukturierung eingeführt, die diese grosse Vielfalt berücksichtigt.

Der Major Evolution & Ecology versucht gezielt, die Forschungsstärken der Fakultät in diesem Bereich auch in der Lehre zu bündeln. Damit besteht für den Studierenden die Möglichkeiten, das exzellente Angebot aus der Molekular- und Zellbiologie einzubringen und zu kombinieren. Ein Grossteil der evolutionären und ökologischen Forschung in Heidelberg ist auch auf dieses Wissen und die Methodik angewiesen.

Hinzu kommen dann wichtige vertiefte Kenntnisse in organismischer Diversität. Aber auch hier kann Heidelberg mit seinen Sammlungen z.B. Herbarium (>350.000 Belege) und Botanischer Garten (>13.500 Arten in Kultur) auf hervorragende Ressourcen zurückgreifen.

An dieser Stelle erst einmal viel Spass beim Lesen und Orientieren.



Direktor am Heidelberger Institut für Pflanzenwissenschaften
Direktor Botanischer Garten und Herbarium



MASTERPROGRAMM
MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Kontaktdaten:

Majorsprecher (Evolution)

Prof. Dr. Marcus Koch
Heidelberger Institut für Pflanzenwissenschaften
Abteilung Biodiversität und Systematik
eMAIL: mkoch@hip.uni-heidelberg.de

Majorsprecher (Ecology)

Prof. Dr. Thomas Braunbeck
Zoologisches Institut
Abteilung Morphologie und Ökologie
eMAIL: braunbeck@zoo.uni-heidelberg.de

**Koordinatorin der Studiengänge
Bachelor/Master**

Dr. Andrea Wolk
Dekanat Fakultät für Biowissenschaften
eMAIL: andrea.wolk@urz.uni-hd.de

Allgemeine Informationen

Homepage der Fakultät
<http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak14/stud.html>

Spezielle Studieninformationen/Skripte

HIP: <http://ephedra.hip.uni-heidelberg.de/lehre/>



MASTERPROGRAMM

MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Der Majorstudiengang EvoEcol wendet sich an Interessenten aus dem In- und Ausland, die an der Kombination von Molekularbiologie und organischer Biologie interessiert sind.

Insgesamt gibt es acht Major-Richtungen:

- Cancer Biology
- Developmental Biology
- Evolution and Ecology**
- Infectious Diseases
- Molecular and Cellular Biology
- Molecular Biology of Plants (short title)
- Neuroscience
- Systems Biology

Innerhalb der Fakultät wird der Studiengang EvoEcol vom HIP (Heidelberger Institut für Pflanzenwissenschaften), HIZ (Institut für Zoologie), und IPMB (Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie) getragen. Partner von ausserhalb sind unter anderem die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dossenheim sowie Partner aus Bereichen des Natur- und Artenschutzes sowie der Freiraumplanung (z.B. IFAB Mannheim, NABU).

Die Lehrveranstaltungen finden zur Zeit in **Englisch** und **Deutsch** statt, sodass vertiefte Kenntnisse beider Sprachen notwendig sind.

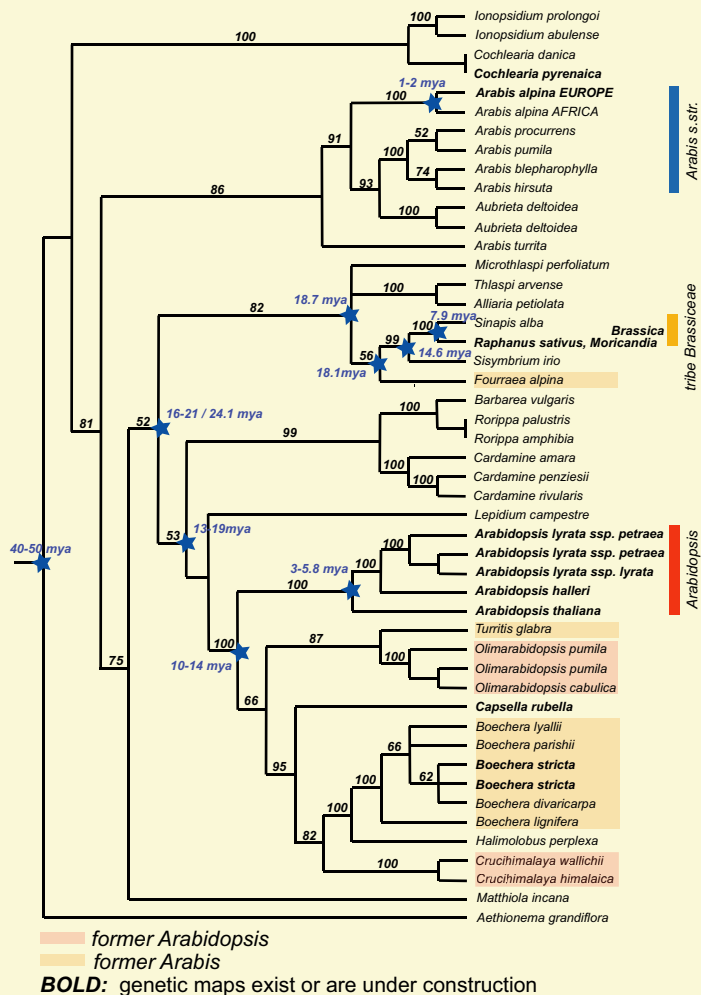
Die Auswahlverfahren finden in mehreren Stufen statt (1. zentrale Vorauswahl durch die Verwaltung, 2. Majorspezifische Evaluation), und das Bewerbungsverfahren ist AUSSCHLIESSLICH ONLINE.

Bitte konsultieren Sie die Homepage der Fakultät für die entsprechenden Termine, "Deadlines" und allgemeinen Voraussetzungen. Studienbeginn in diesem Major ist jeweils zum Wintersemester mit max. 12 verfügbaren Studienplätzen.

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Im Nachfolgenden folgt eine Aufstellung der Lehrenden im Major EvoEcol:

Prof. Dr. Marcus Koch (HIP), Prof. Dr. Thomas Rausch (HIP), Prof. Dr. Rüdiger Hell (HIP), Prof. Dr. Karin Schumacher (HIP), Prof. Dr. Claudia Erbar (HIP), Dr. Ute Krämer (HIP, BIOQUANT), Dr. Christoph Dobes (HIP), Dr. Markus Kiefer (HIP), Dr. Miriam Calonje (HIP), Dr. Steffen Greiner (HIP), Prof. Dr. Michael Wink (IPMP), Prof. Dr. Thomas Braunbeck (HIZ), Prof. Dr. Volker Storch (HIZ), Prof. Dr. Wilhelm Jelkmann (BBA), Dr. Andre Baumann (IFAB)



MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

In den Biowissenschaften sind wir im 21. Jahrhundert an einen Punkt gelangt, wo komplexe Interaktionen von der Molekülebene bis hinauf zum Ökosystem mit hoher Auflösung untersucht werden können. Im Rahmen der verschiedenen Major-Richtungen des Masters „Molecular Biosciences“ schlägt der Major „Evolution and Ecology“ eine Brücke von der zellulären Ebene über Organismen und Lebensgemeinschaften bis zu Ökosystemen. Über die Erkenntnisse der klassischen Evolutionslehre und Ökologie hinaus bietet uns die molekulare Revolution der letzten Jahrzehnte ein methodisches Repertoire, um ein tieferes Verständnis verschiedener evolutionärer und ökologischer Prozesse zu erlangen. Wir sind so z.B. in die Lage versetzt worden, Modelle zu entwickeln, die sowohl Rückschlüsse auf vergangene Prozesse als auch Prognosen für die Zukunft zulassen. Naturgemäß können im Major „Evolution and Ecology“ nicht alle Aspekte dieser weit gespannten Forschungsgebiete in gleicher Tiefe abgedeckt werden; vielmehr werden Schwerpunkte auf besonders aktuelle Felder gelegt.

Der Major-Studiengang „Evolution and Ecology“ soll zunächst Grundlagen und Grundprinzipien der Evolutionsbiologie und Ökologie vermitteln, mit deren Hilfe z.B. Artbildungsprozesse und Verteilungsmuster genetischer Variabilität in Zeit und Raum beschrieben und erklärt werden können. Die genetischen und molekularen Grundlagen der verschiedensten Anpassungen (Morphologie, Physiologie, Ökologie, Verhalten, etc.) werden aktuell intensiv untersucht, und eine evolutionäre Betrachtung und Bewertung von Verlust und Erwerb spezifischer Eigenschaften und Merkmale soll vermittelt werden.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass Evolutionsbiologie und Ökologie immer als Komponenten eines komplexen Netzwerks verstanden werden müssen. Aus dieser Erkenntnis ergeben sich weitere Schwerpunkte wie Coevolution (Wirt – Parasit, Pflanze – Bestäuber, Räuber – Beute), Radiation, die Veränderung von Biodiversität oder die kontinuierliche Adaptation an ständig wechselnde Umweltbedingungen. Da die wichtigste „evolutionäre Einheit“ zunächst die Art ist, sollen die organismisch orientierten Module der Bachelor-Ausbildung mit weiteren praktischen Geländearbeiten aufgegriffen und vertieft werden. Da andererseits alle Organismen in stetigen Wechselbeziehungen zu ihrer Umwelt stehen, liegt ein besonderes Augenmerk auf synökologischen Betrachtungsweisen. Ein großer Teil der globalen Biodiversität ist an aquatische Lebensräume gebunden, weshalb diesen Lebensräumen auch in der Ausbildung des Majors „Evolution and Ecology“ in besonderem Maße Rechnung getragen wird. Die moderne Meeresbiologie hat so in den letzten Jahrzehnten zahlreiche neue Lebensräume mit z.T. extremen Anpassungen an spezielle Lebensräume erschlossen. Limnologische Untersuchungen spielen eine zentrale Rolle für die Schutz und die Restaurierung diverser Lebensräume im Süßwasser, und schließlich bietet die Ökotoxikologie unter Einbeziehung neuer molekularer Methoden eine ideale Möglichkeit, Veränderungen und Anpassungen von komplexen Netzwerken unter einem hohen Selektionsdruck exemplarisch darzustellen und zu verstehen. Sowohl Evolutionsbiologie als auch Ökologie sind in besonderem Maße auf die Anwendung eines breiten Methodenspektrums angewiesen. Aus diesem Grund setzt das Master-Studium im Major „Evolution and Ecology“ neben soliden Kenntnissen in Mathematik, Chemie, Physik und Geographie auch Grundlagen in verschiedenen biologischen Disziplinen (Molekularbiologie, Zellbiologie, Physiologie, Morphologie, Systematik, Genetik, Populationsbiologie, u.a.) voraus.

MASTERPROGRAMM

MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Die Schwerpunkte des Majors „Evolution and Ecology“ im Bereich der Forschung liegen im Einzelnen:

- Makroevolution: Systematik und Verwandtschaftsforschung
- Mikroevolution: Artbildungsprozesse
- Phylogeographie: Raum-Zeit-Muster genetischer Variabilität
- Biogeographie und Biodiversität
- Organismische und molekulare Öko- und Stressphysiologie der Pflanzen
- Organismische und molekulare Phytopathologie
- Blütenökologie
- Stadtökologie
- Parasitologie
- Fischökologie
- Ökotoxikologie
- Limnologie
- Meeresbiologie
- Naturschutz
- Tiergartenbiologie
- sowie Evolutionäre Pflanzengenomik und Entwicklungsbiologie

Diese Forschungsthemen finden sich insbesondere in den Modulen 3-6 wieder. Natürlich wird sich vor allem die Masterarbeit im Forschungskontext eines dieser Schwerpunktthemen bewegen.

Aus diesem Grunde werden die Schwerpunktthemen nachfolgend kurz erläutert und mit einigen "keywords" oder Stichworten versehen um eine eigene weitere Recherche zu ermöglichen.

MAKROEVOLUTION

Verwandtschaftsforschung basiert heute zunächst vor allem und idealerweise auf „neutral“ evolvierenden Merkmalskomplexen. Diese Voraussetzung erfüllen vornehmlich molekulare, DNA-basierende Merkmale (z. B. DNA-Sequenzen). Die Ergebnisse dieser Analysen erlauben dann eine kritische Betrachtung morphologischer, ökologischer oder physiologischer Merkmale, die nicht unbedingt mit der Phylogenie (Stammbaum) übereinstimmen müssen. Natürliche Phylogenien sind aber die Grundlage für jede weitere Grundlagen- und angewandte Forschung. Die allgemeinen Prinzipien gelten für alle Organismen (Pflanzen, Tiere, Prokaryoten, Pilze).

Stichworte: Mutationsraten, Molekulare Uhren, Genetische Distanzen, Merkmalevolution, Molekulare Marker, Stammbaumrekonstruktionen.

MIKROEVOLUTION

Artbildungsprozesse entfalten ihre stärkste Dynamik auf der Populationsebene. Die verschiedenen Artbildungsprozesse bei Tieren und Pflanzen können sich hier fundamental unterscheiden. Mutationen spielen zunächst insgesamt eine kleinere Rolle (vgl. Makroevolution) als Rekombination und Selektion sowie genetische Drift, das zufällige Verschwinden genetischer Variabilität. Auch die Untersuchung mikroevolutionärer Prozesse hängt in ihrer Aussagekraft sehr vom methodischen Repertoire ab. Auch hier eröffnen molekulare Methoden neue und verlässliche Forschungsstrategien. Das Ziel soll und muss aber letztendlich sein, Evolutionsfaktoren zu identifizieren und zu quantifizieren, die zu den beobachteten Differenzierungsmustern führen.

Stichworte: Populationsstruktur, Selektion, Genetische Variabilität, Drift, Populationsgenetik, Populationsbiologie, Ökologie.

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

PHYLOGEOGRAPHIE

In mehrerer Hinsicht steht die Phylogeographie zwischen Makro- und Mikroevolution. Auf der organismischen Seite untersucht sie eine Art, die aber in großen Arealen sehr stark differenziert sein kann. Zeitlich bewegt sie sich ebenfalls zwischen Phylogenie (Artbildung) und innerartlichen Differenzierung (Populationsgenetik). Die Phylogeographie versucht die Verteilungsmuster genetischer Variabilität auf Artebene in Zeit und Raum zu erklären. So kommen auch konzeptionell neu integrierende Ideen zum Tragen, die zwischen Systematik/Phylogenie und der klassischen Populationsgenetik eine Brücke schlagen.

Stichworte: Refugialgebiete, Migration, Anpassung, Aussterberaten, Radiation, Umwelt (Klima)-veränderungen

EVOLUTION UND FUNKTION DES SEKUNDÄRSTOFFWECHSELS

Pflanzen produzieren eine Vielzahl an meist niedermolekularen Verbindungen (Sekundärstoffe), die häufig ausgeprägte biologische und pharmakologische Aktivitäten aufweisen. Diese Sekundärstoffe dienen im Wesentlichen der Abwehr von Fraßfeinden, aber auch von Bakterien, Pilzen, Viren und konkurrierenden Pflanzen. Viele Sekundärstoffe greifen Targets der neuronalen Signaltransduktion an und sind daher in der Evolution gegen tierische Feinde selektiert worden. Andere Sekundärstoffe sind cytotoxisch, weil sie mit DNA wechselwirken (Interkalation, Alkylierung), die Membranpermeabilität stören oder die Proteinbiosynthese hemmen. Bei vielen Interaktionen kommt es zu einer Störung der Konformation von Proteinen. Dieser evolutionäre und ökologische Hintergrund erlaubt es, Pflanzen mit ihren selektierten Wirkstoffen als Arzneipflanzen zur Behandlung von Gesundheitsstörungen und Krankheiten einzusetzen (Phytomedizin). Sekundärstoffe dienen aber auch zur Anlockung von bestäubenden Insekten und samenverbreitenden Tieren, manchmal auch dem UV-Schutz. Synthese, Transport, Speicherung und Turnover sind wesentliche Prozesse in der Pflanze, die räumlichzeitlich koordiniert ablaufen. Es sind viele Spezialisten bekannt, die sich an die Wehrchemie ihrer Wirtspflanzen angepasst haben. Einige nutzen sogar die Pflanzenchemie zur Abwehr eigener Prädatoren (Teilgebiet Chemische Ökologie). Der Evolution des Sekundärstoffwechsels in Pflanzen und die evolutionäre Anpassung der Spezialisten ist ein besonders interessanter Aspekt.

Stichworte: Chemische Ökologie, Verteidigungsstrategien, Merkmalsevolution, Anpassungsvorgänge, molekulare Pharmakologie/Physiologie.

BIOGEOGRAPHIE UND BIODIVERSITÄT

Obwohl die moderne Phylogeographie viele Erklärungsansätze der klassischen „Pflanzen- und Tiergeographie“ vor allem im Detail revidiert hat, sind die heutigen geographischen Verbreitungsmuster der einzelnen Arten Grundlage von Biodiversitätserhebungen auf unterschiedlichster geographischer Flächengröße und Organismenebene. Das Erfassen und Bewerten von Biodiversität ist Grundlage jedes nachhaltigen Umganges mit natürlichen Ressourcen und reicht von der Analyse des Bodensamenspeichers, der aktuellen Vegetation und Fauna bis hin zur genetischen Vielfalt.

Stichworte: Nachhaltigkeit, Biodiversitätsschutz, überregionale Naturschutzplanung, Schutzsammlungen, Botanische Gärten

MASTERPROGRAMM

MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

BLÜTENÖKOLOGIE

Die Bestäubung der Blüten, meist gekoppelt mit Interaktionen zwischen Blumen und Tieren, ist ein wesentlicher Teil im Reproduktionssystem der Angiospermen. Im Verlauf einer Co-Evolution mit dem Ergebnis einer Co-Adaptation haben sich in mannigfacher Weise Mutualismen „eingespielt“ (Lage des Nahrungsangebots Nektar und die entsprechende Differenzierung der Mundwerkzeuge). Immer wieder sind Pflanzen aus dem mutualistischen Verhältnis „ausgestiegen“, indem sie sich einseitig an bestimmte Verhaltensmuster von Tieren angepasst haben. Dies kann nur auf der Grundlage eines Betrugs geschehen (Brutsubstrat- und Sexualbetrug durch Attrappen). Der gesamte Fragenkomplex berührt nicht nur die funktionelle Seite der Blütenkonstruktionen, sondern auch Aspekte der Blütenpflanzenevolution. Neben der beschreibenden Fallerfassung, die noch lange nicht abgeschlossen sein wird, stehen heute quantitative Studien im Vordergrund. Dabei geht es um Bestäubungseffizienz, das Schicksals der Pollenkörner und der für die Evolution äußerst wichtigen Konkurrenzsituation bei der Pollenkeimung und beim Pollenschlauchwachstum hin zu den Samenanlagen. Detaillierte Strukturanalysen liefern gerade heute einen sehr wichtigen Beitrag zur morphologischen Erfassung von Verwandtschaftsgruppen in auf der Grundlage von DNA-Sequenzen neu formulierten Blütenpflanzenphylogenien.

Stichworte: Biodiversität, Ökologie, Merkmalevolution, Angiospermenevolution, Phylogenie, Systematik, Co-Evolution.

STADTÖKOLOGIE

Die Umwandlung von Landschaften durch den modernen Menschen hat bisher nie erreichte Ausmaße angenommen. Sie geht im Allgemeinen mit dem Zurückweichen vieler Organismen und Lebensräume einher. Manche Tier- und Pflanzenarten können sich jedoch in geschickt angelegten urbanen Landschaften besser entwickeln als im städtischen Umland. Hierin liegt eine Chance, speziell in einer Stadt wie z.B. Heidelberg mit seiner reichhaltigen Binnenstruktur. Hier wird zudem auch seit dem Jahr 2000 alle zwei Jahre im Rahmen des „Tages der Artenvielfalt“ unter Beteiligung mehrerer universitärer und außeruniversitärer Einrichtungen deren Problematik angesprochen und vertieft. Neben Biologen sind dabei auch andere Disziplinen, z.B. zahlreiche Geowissenschaftler, beteiligt.

Stichworte: Synanthropie, Neophyten, Neozoen, Naturschutz, Urbanlandschaft, Schadorganismen.

PARASITOLOGIE

ein erheblicher Teil der Organismen lebt parasitisch. Zwischen den meisten Parasiten und ihren Wirten gibt es eine lange Co-Evolution, die in Einzelfällen bis ins Erdmittelalter zurückzuverfolgen ist. In vielen Fällen ist aber auch zu Erweiterungen des Wirtsspektrums gekommen und damit zu erheblichen Beeinträchtigungen auf beiden Seiten. Speziell der moderne Mensch hat sich auf diese Weise zahlreiche Parasiten zugezogen, welche die Geschichte stärker beeinflusst haben als Kriege. Der gezielte Einsatz von Parasiten kann auf der anderen Seite im Rahmen der „Biologischen Bekämpfung“ genutzt werden, um Schädlinge an Nutztieren und Nutzpflanzen sowie Parasiten des Menschen zu bekämpfen. An dieser Stelle bestehen enge Verzahnungen mit dem Schwerpunkt „Angewandte Entomologie“.

Stichworte: Co-Evolution, Humanparasiten, Veterinärparasiten, Pflanzenparasiten, Biologische Bekämpfung, invasive Arten, Wiederherstellung,

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

ORGANISMISCHE UND MOLEKULARE ÖKO- UND STRESSPHYSIOLOGIE DER PFLANZEN

Pflanzen sind durch die Photosynthese entscheidende primäre Produzenten von organischen, energiereichen Verbindungen. Die Koordination der Umwandlung anorganischer Materie, Entwicklung und Vermehrung und Behauptung am Standort stellen daher einzigartige Herausforderungen für diese Lebensweise dar. Wegen ihrer sessilen Lebensweise sind Pflanzen im Verlauf ihres Lebenszyklus kontinuierlich einer großen Zahl biotischer und abiotischer Stressfaktoren ausgesetzt. Diese Faktoren beeinflussen in starkem Maße die Entwicklung und zentrale Lebensfunktionen der Pflanze. Im Falle von Nutzpflanzen führen diese Stressfaktoren zu erheblichen Ertragsverlusten, vor allem auch nach der Ernte (Lagerung pflanzlicher Produkte). Ein Schwerpunkt der Arbeiten zur molekularen Stressphysiologie ist daher die Aufklärung der für die Stressresistenz bzw. -anpassung relevanten molekularen Mechanismen. Global wichtige Stressfaktoren sind dabei Trockenheit und Überflutung, Salzstress, Schwermetallionenstress, mechanische Verwundung, aber auch Pathogenbefall. Die vollständige Aufklärung der Anpassungsmechanismen erfordert den integrierten Einsatz von Ökophysiologie, Molekularbiologie, Zellbiologie und Biochemie. Untersucht werden die molekularen Mechanismen an der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* und an verschiedenen Nutzpflanzen.

Stichworte: Stressresistenz, Ernährung, Grüne Gentechnik, Nachhaltigkeit, Stoffwechselregulation.

FISCHÖKOLOGIE

Fische stellen als Wirbeltiere in aquatischen Ökosystemen eine Gruppe von besonderer Bedeutung dar: Vielfach auf höheren Stufen innerhalb des Nahrungsnetzes angesiedelt, sind sie Ziel zahlreicher natürlicher und anthropogener Einflüsse. Für den Menschen sind Fische nicht nur traditionell eine wichtige Nahrungsquelle, sondern sind zunehmend zu Indikatoren für die Belastung von Gewässern und letztlich den Gewässerzustand schlechthin geworden. In Mitteleuropa sehen wir uns in vielen Gewässersystemen mit der Tatsache konfrontiert, dass die Fischpopulationen trotz deutlich verbessertem Gewässerzustand weiter zurück gehen; die Gründe für diesen fortschreitenden Artenrückgang gilt es aufzuklären, um auf diese Weise nicht zuletzt auch ein tieferes Verständnis für die ökologischen Zusammenhänge im Gewässer als Ökosystem zu entwickeln und Strategien zur Gewässersanierung ableiten zu können.

Stichworte: Fischrückgang, Gewässerverbau, Gewässerverschmutzung, Neozoen, Ökotoxikologie, Gewässersanierung, Naturschutz

ÖKOTOXIKOLOGIE

Bei allen Tätigkeiten setzt der Mensch chemische Stoffe und Verbindungen ein, die am falschen Ort und zur falschen Zeit zu einer erheblichen Kontamination der Umwelt führen können. Die Identifikation und Elimination solcher Schadstoffe stellt daher eine besondere Herausforderung im Rahmen von Gesundheitsvorsorge und Umweltschutz dar. Im Rahmen ökotoxikologischer Forschung und Ausbildung liegen die Schwerpunkte auf folgenden Gebieten: Schadstoffe im Gewässer, Zelltoxikologie, Early Life-Stage- und Life Cycle-Untersuchungen, Gentoxizität, Embryotoxizität, endokrine Schadstoffe, dioxinähnliche Wirkungen, Entwicklung von Alternativmethoden zum Tierversuch, Erfassung und Bewertung der Kontamination von Schwebstoffen und

MASTERPROGRAMM

MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Sedimenten im Gewässer, Entwicklung intelligenter Teststrategien.

Stichworte: aquatische Toxikologie, Sedimenttoxikologie, Testentwicklung, Teststrategien, Natur- und Artenschutz.

LIMNOLOGIE

In unserer vom Menschen stark beeinflussten Umwelt stellen Gewässer die oft am stärksten veränderten Landschaftselemente dar. Wasser an sich wird immer eine elementare Voraussetzung für Mensch, Tier und Pflanze darstellen, so dass ein nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser eine Grundvoraussetzung für eine tragfähige Umwelt bleiben wird. Ein kompliziertes Wechselspiel zwischen Gewässernutzung, -verbau und Verschmutzung hat zu einer außerordentlichen Verarmung von Fauna und Flora in aquatischen Lebensräumen geführt; die Einführung fremder Tier- und Pflanzenarten (Neozoen, Neophyten, Invasoren) stellt eine weitere Bedrohung dar. Ein vertieftes Verständnis der komplexen Interaktionen zwischen biotischen und abiotischen Prozessen im Gewässer ist nicht nur elementare Bedingung für die Erhaltung von Gewässern, sondern vor allem auch Voraussetzung für die Sanierung und Restaurierung bereits degradierter Gewässer. Der Identifikation und Erfassung besonders wertvoller aquatischer Biotop- sowie der Erstellung von Sanierungs- und Nutzungskonzepten kommen damit in einem integrierten Biotop- und Naturschutz größte Bedeutungen zu.

Stichworte: Gewässerschutz, Biotopzerstörung, Artenverarmung, Gewässersanierung, Naturschutz, Neozoen, Neophyten.

MEERESBIOLOGIE

Die Anzahl der im Meer vorkommenden Arten reicht bei weitem nicht an die terrestrisch lebenden Organismen heran. Im Gegensatz hierzu finden wir in den marinen Lebensräumen eine viel größere Diversität an Bauplänen als an Land. Viele höhere taxonomische Einheiten sind ausschließlich im Meer verbreitet. Für ein Verständnis der Diversität der marinen Fauna und Flora und deren Evolution, sind Kenntnisse zur Artenvielfalt sowie der vergleichenden Morphologie unabdingbar. Zur Verbreitung mariner Organismen können vielfach nicht die für das Land gängigen Erklärungsmuster herangezogen werden. Maßgebend sind hier vor allem physikalisch-chemische Gegebenheiten des Wasserkörpers, als auch die Paläogeographie und Geomorphologie der Meeresbecken. Analog gilt für die kleinräumige Verbreitung, dass die Organismen in ihrer Vielfalt aus einem historisch und ökologisch bedingten Kontext hervorgegangen sind.

Stichworte: Biodiversität, Biogeographie, Adventivorganismen, Ökologie, Evolution, Systematik, Ozeanographie.

NATURSCHUTZ

Zunehmende Verknappung essentieller Ressourcen wie Boden, Wasser, Lebensraum und Luftqualität machen zunehmend die Grenzen anthropogener Aktivitäten deutlich. Der Schutz natürlicher Lebensräume und Artengemeinschaften bzw. die Sanierung zerstörter oder gefährdeter Biotop- und Biozönosen sind grundlegende Komponenten jeglicher Nachhaltigkeitskonzepte. Aus dem Wissen heraus, dass eine Übernutzung und Zerstörung von Natur und Landschaft dramatische und katastrophale Folgen für den Siedlungsstandort, die Gesundheit und die Nahrungsmittelerzeugung des Menschen haben können, werden Wiederherstellung, Erhalt und die langfristige und nachhaltige Nutzbarkeit des Naturhaushaltes angestrebt. Während der Umweltschutz in erster Linie den Schutz der menschlichen Lebensbedingungen bezweckt und sich

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoIEcol

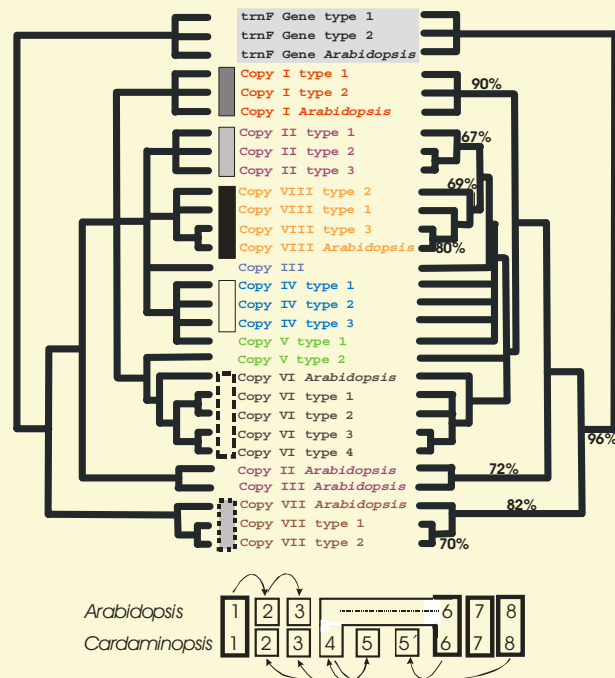
dazu oft technischer Mittel bedient, richtet der Naturschutz seinen Blick vornehmlich auf den Naturhaushalt per se und als Ganzes und hat u. a. das Ziel, schädliche menschliche Einflüsse zu vermindern, auszugleichen oder zu verhindern. Eine moderne Ausbildung im Bereich Naturschutz beschränkt sich daher nicht nur auf die Vermittlung grundlegender biotischer und abiotischer Zusammenhänge im Ökosystem, sondern berücksichtigt auch geographische, sozioökonomische, juristische, politische und nicht zuletzt ethische und philosophische Aspekte.

Stichworte: Bevölkerungsentwicklung, Artensterben, Adventivorganismen, Klimaschutz, Luftreinhaltung, Umweltverschmutzung, Artenschutz, Biotopschutz, Tierschutz, Naturschutzgesetzgebung

TIERGARTENBIOLOGIE

In Zoologischen Gärten legt man zunehmend Wert auf eine möglichst artgerechte Haltung, die z.B. bedeutende Erfolge im Bereich der Erhaltungszucht ermöglicht haben, die wiederum die Voraussetzung für erfolgreiche Ausbürgerungsprogramme darstellen. Verschiedene Projekte in Tiergärten sind so zu einer wesentlichen Säule von Arterhaltungsprogrammen geworden. Das veränderte Aufgabenspektrum von Tiergärten setzt nicht nur (vordergründig) völlig neu gestaltete Haltungseinrichtungen voraus, sondern vor allem auch eine verbesserte Kenntnisse von Ökologie und Verhalten sowie der genetischen Grundlagen von Tierpopulationen in Zoologischen Gärten. Hier erschließt sich ein weites Feld für evolutionsbiologisch und ökologisch orientierte Forschung.

Stichworte: Ethologie, Zuchtprogramme, Erhaltungszucht, Artenschutz, Populationsgenetik.



**MASTERPROGRAMM
MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol**

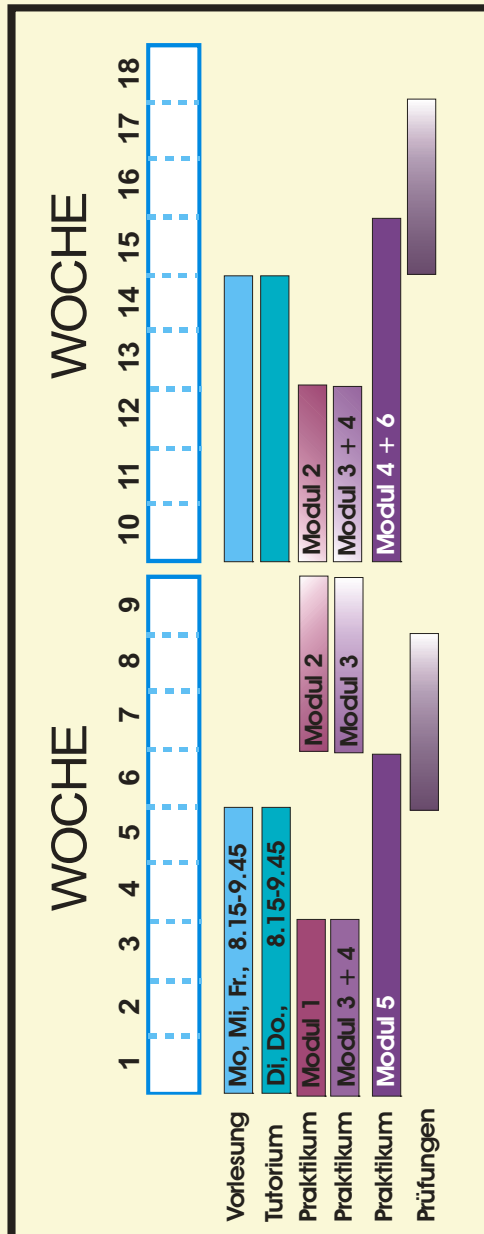
Das nachfolgende Schema gibt sehr einfach den Studienverlauf der vier Semester wider. Besonderer Wert wird auf die organismische Ausbildung in Form von mehrwöchigen Freilandpraktika gelegt. Darum bietet der Zeitplan im zweiten Semester viel Freiraum um zusätzlich weitere Exkursionen zu belegen.

1 st semester	MODUL 1 Frontiers in Biosciences 15 CP <i>Advanced Molecular Biology</i> 5 weeks lecture & tutorials <i>Basics in Evolution and Ecology</i> 3 weeks course in biostatistics and bioinformatics 2 Seminars in Evolution, Systematics, Biodiversity or Ecology	MODUL 2 Frontiers in Biosciences 15 CP <i>Advanced Molecular Biology</i> 5 weeks lecture & tutorials <i>Basics in Biodiversity</i> 3 weeks course in organismal diversity and evolution
	MODUL 3 Focus Biosciences 15 CP <i>5 weeks lecture and tutorial</i> Plant Systematics, Evolution and Phylogeography <i>Advanced Biodiversity</i> 3 weeks field excursion and lab course 2 Seminars in Evolution, Systematics, Biodiversity or Ecology	MODUL 4 Focus Biosciences 15 CP <i>5 weeks lecture and tutorial</i> Animal Systematics and Evolution <i>Advanced Techniques</i> 3 weeks lab course or 6 weeks research lab course
2 nd semester	MODUL 5 Biolab 15 CP <i>6 weeks lab course</i> alternatively stay abroad <i>5 weeks lecture</i> eg. Plant Developmental Biology Seminar: Scientific presentation Seminar: Scientific writing	MODUL 6 Biolab 15 CP <i>6 weeks lab course</i> alternatively stay abroad <i>5 weeks lecture</i> eg. Molecular Systematics and Evolution
	Modul Master thesis 30 CP 6 month in a EvoEcol work group ("master thesis") HIP lecture and HIP seminar (alternatively other seminar series at HIZ or IPMB) Seminar Research group seminar	
3 rd semester		
4 th semester		

Im nachfolgenden werden die einzelnen Module näher erläutert, und es findet sich auch eine Übersicht über das entsprechende Curriculum im Bachelor.

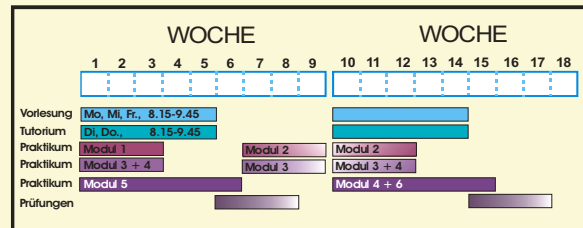
MASTERPROGRAMM
MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Die zeitliche Organisation der Praktika, Vorlesungen, Tutorien und Seminare folgt generell in den ersten drei Semestern einem einheitlichen Schema.



MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol

Von diesem Schema sind individuelle Abweichungen möglich, wenn damit der Studienverlauf verbessert wird.



MODUL 1

Vorlesung: 15 Doppelstunden mit Begleittutorium zu den Themen *Genomes, Control of Gene Expression, Proteins, Macromolecular Machines, Intracellular Transport, Development, The Nervous System, Biological Networks, Host-Pathogen Interaction, Evolution and Diversity*.

Praktikum *Basics in Ecology and Evolution*:

Woche 1: Lab-rotation - Kennenlernen der verschiedenen Labore und Einrichtungen der am Major beteiligten Forschungsgruppen. Woche 2: Grundkurs Biostatistik. Woche 3: Grundkurs Bioinformatik.

MODUL 2

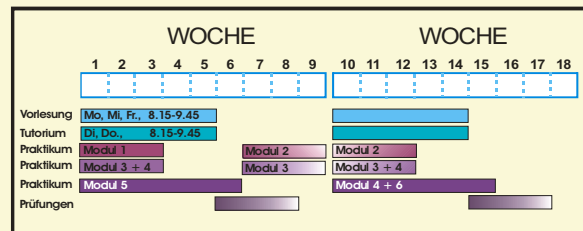
Vorlesung: 15 Doppelstunden mit Begleittutorium zu den Themen *Genomes, Control of Gene Expression, Proteins, Macromolecular Machines, Intracellular Transport, Development, The Nervous System, Biological Networks, Host-Pathogen Interaction, Evolution and Diversity*.

Praktikum *Basics in Biodiversity*:

3 Wochen Praktikum:

- z.B. Funktionelle Anatomie und Morphologie der Pflanzen
- z.B. Funktionelle Anatomie und Morphologie der Tiere
- z.B. Untersuchungen zur Blütenfunktion

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoIEcol



MODUL 3

Vorlesungen:

15 Doppelstunden mit Begleittutorien oder Seminar zu ausgewählten Themen der Evolution und Ökologie (Beispiel):

Evolution und Systematik höherer Pflanzen

Praktikum *Advanced Biodiversity*:

- * Evolutionsbiologisches Freilandpraktikum (Juni-Juli), verschiedene Länder
- * Zoologisches Praktikum ELBA
- * Botanisches Praktikum (Gardasee, Sept.)

Da alle Freilandpraktika zu unterschiedlichen Zeitpunkten stattfinden, besteht die Möglichkeit zusätzliche Geländeaufenthalte zu absolvieren.

MODUL 4

Vorlesungen:

15 Doppelstunden mit Begleittutorien oder Seminar zu ausgewählten Themen der Evolution und Ökologie (Beispiel):

Evolutionssystematik

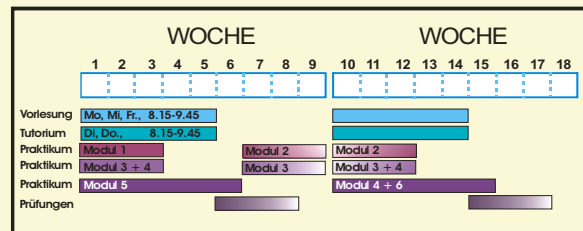
Praktikum *Advanced Techniques*:

3 Wochen oder 6 Wochen *Laborpraktikum*:

- z.B. Host-Pathogen-Interaction (BBA-Dossenheim)
- z.B. Landschafts- und Naturschutz (IFAB Mannheim)
- z.B. *Laborpraktika* in allen Abteilungslaboren

Auch diese Praktika können z.T. variabel gehandhabt werden, um die Kombination mit den Praktika aus Modul 3 zu gewährleisten.

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoIEcol



MODUL 5

Vorlesungen:

15 Doppelstunden mit Begleittutorien oder Seminar zu ausgewählten Themen der Evolution und Ökologie (Beispiel):

Blüten - Phylogenie und Funktion

Pflanzenbiogeographie und Phylogeographie

Praktikum *Biolab*:

6 Wochen Laborpraktika in allen Abteilungslaboren

6 Wochen Laborpraktika ausserhalb Heidelbergs

Seminar:

Scientific Presentation:

Presentation der Praktikumsresultate aus Modul 5

MODUL 6

Vorlesungen:

15 Doppelstunden mit Begleittutorien oder Seminar zu ausgewählten Themen der Evolution und Ökologie (Beispiel):

Molecular Systematics and Evolution (engl.)

Praktikum *Biolab*:

6 Wochen Laborpraktika in allen Abteilungslaboren

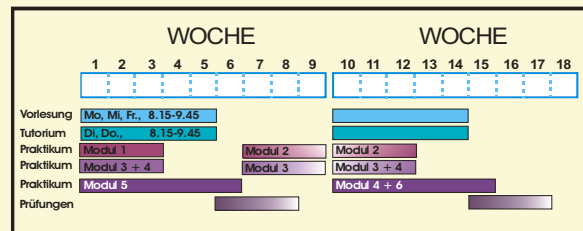
6 Wochen Laborpraktika ausserhalb Heidelbergs

Seminar:

Scientific Writing

Presentation der Praktikumsresultate aus Modul 6 als englische "Kleinpublikation"

MASTERPROGRAMM MOLECULAR BIOSCIENCES - EvoEcol



MODUL Master-Arbeit

Vorlesungen/Seminare:

"HIP lecture" und "HIP seminar" oder andere äquivalente Forschungsvortragsreihen.

Seminar der einzelnen Forschungsgruppen

Master-Arbeit - 6 Monate
(ausgewählte Arbeitsgruppe der Major-Dozenten)

Begleitend:

Mentoring-Programm der Dozenten des Majors EvoEcol (max. 2-3 Studenten pro Dozent).

Perspektive:

Eintritt in die PhD-Programme der Institute (z.B. Heidelberg Plant & Fungal Biology Group HPFG Graduate School).

FAST TRACK PhD (nach einem Jahr):

Alle Prüfungen der Module 1-4: Note 1,0

Kreditpunkte: >90

Dissertationsbetreuung durch einen Lehrenden des Majors EvoEcol

Mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung: Note 1,0

Bachelor **BIOLOGIE**

Schon im Bachelor-Studiengang BIOLOGIE besteht die Möglichkeit gezielt diejenigen Lehrveranstaltungen zu wählen, die auf das Curriculum des Majors EvolEcol vorbereiten.

Hierzu gehören neben den Pflichtveranstaltungen u.a.:

2. Semester:

Grundpraktikum A (Zoologie)

Grundpraktikum B (Botanik)

In diesen Praktika wird der erste Grundstein gelegt um die unterschiedlichen Baupläne im Tier- und Pflanzenreich kennenzulernen.

halbtägige Exkursionen (alle Semester)

Hier kann nur empfohlen werden, über das geforderte Ausmass hinaus an Freilandexkursionen teilzunehmen.

3. Semester/5. Semester

Grundpraktikum Bioinformatik (HIP)

E1-DNA (HIP), E2-Proteine (HIP) (auch im WS)*

Grundkurs/Vertiefungskurs "Anatomie der Pflanzen"

4. Semester

Grundpraktikum "Bestimmungsübungen für Fortgeschrittene" (HIP) - Gräser

Vertiefungspraktikum Einheimische Vegetation (wechselnde Lebensräume)

*Es wird dringend empfohlen sowohl am E1 als auch am E2 teilzunehmen.

