



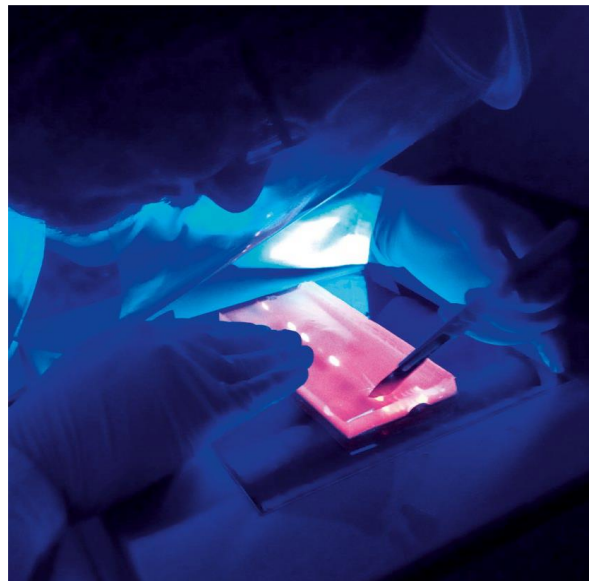
UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften

# Modulhandbuch für den Master-Studiengang Biochemie und Molekulare Biologie an der Universität Bayreuth

**gültig ab WS 21/22  
für Studierende nach PSO vom 25.03.2021**

Stand: 8. Februar 2024



Dieses Modulhandbuch\*) wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Aufgrund der Fülle des Materials können jedoch immer Fehler auftreten. Daher kann für die Richtigkeit der Angaben keine Gewähr übernommen werden. Bindend ist die amtliche Prüfungs- und Studienordnung in ihrer jeweils gültigen Fassung.

---

\*) Mit allen Funktionsbezeichnungen sind Frauen und Männer in gleicher Weise gemeint. Eine sprachliche Differenzierung im Wortlaut der einzelnen Regelungen wird nicht vorgenommen.

## Inhaltsverzeichnis

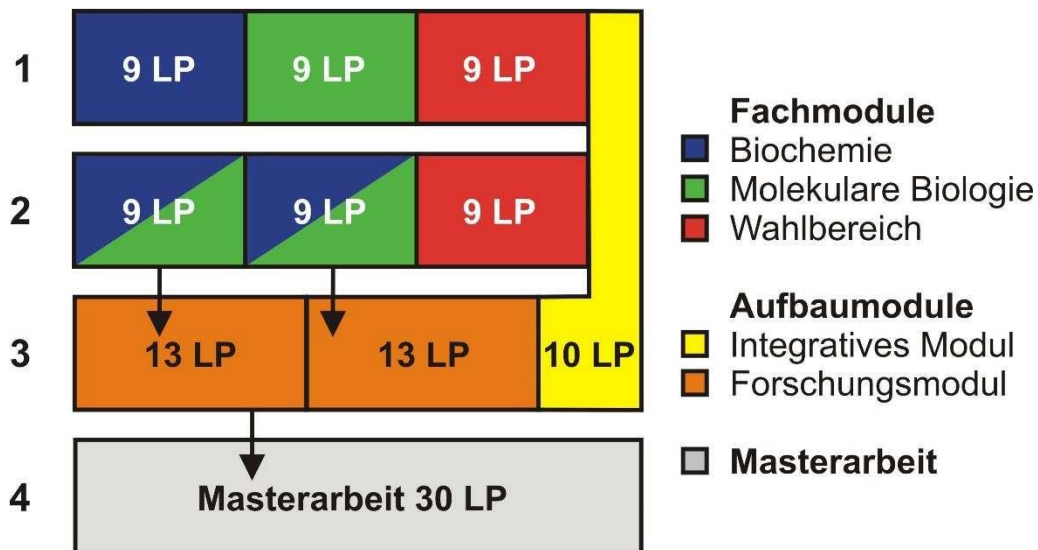
Kurzbeschreibung .....	4
Prüfungsformen nach § 11 der Prüfungs- und Studienordnung .....	10
Fachmodule – Bereich Biochemie .....	13
(Bio-)Analytics: QM and metrology in the chemical laboratory .....	13
Biochemical Physics.....	14
Biochemische Methoden .....	15
Bioinformatik: Molekulare Modellierung.....	16
Biomakromolekulare Kristallographie.....	17
Biophysikalische Chemie – Mehrdimensionale NMR Spektroskopie an biologischen Makromolekülen .....	18
Biomaterialien (für Biochemiker und Biologen).....	19
Bioorganische Chemie I: Aminosäuren, Peptide, Proteine .....	20
Bioorganische Chemie II: Kohlenhydrate und Glycobiologie .....	21
Chemometrie – Chemometrics .....	22
Molekulare Virologie .....	23
Proteine: Funktion, Evolution und Design.....	24
Python-Programmierung in den Lebenswissenschaften.....	25
RNA: Struktur und Funktion .....	26
Integrative biomolecular structure modelling .....	28
Selbstassemblierende Biopolymere .....	30
Non-coding RNA and Epigenetics.....	31
Synthetische Biologie & Sensorische Photorezeptoren .....	33
Prinzipien der Biochemie .....	34
Fachmodule – Bereich Molekulare Biologie.....	35
Biotechnologie.....	35
Entwicklungsbiologie.....	37
Eukaryontengenetik .....	39
Zellbiologie: Funktion und Biogenese von Zellorganellen.....	40
Immunologie .....	41
Instrumentelle Bioanalytik und Lebensmittelanalytik .....	43
Funktionelle Mikrobiomforschung.....	44
Molekulare aquatische Umweltmikrobiologie.....	45
Molekulare Mechanismen der Anpassung von Pflanzen .....	46
Molekulare Pflanzenphysiologie .....	47

Molekulare und Medizinische Parasitologie .....	48
Molekulare und angewandte Mikrobiologie.....	50
Molekulare Mikrobiologie und prokaryontische Zellbiologie .....	51
Neurobiologie.....	52
Nukleinsäureanalytische Methoden .....	53
Biologie des Alterns.....	54
The CRISPR/Cas-Revolution of Precise Genome Editing .....	56
Zellzyklus und Krebs .....	58
Lebensmittelproduktion.....	60
Prinzipien der Molekularen Biologie .....	61
<b>Fachmodule – Wahlbereich .....</b>	<b>62</b>
Molekulare Diagnostik und Therapie .....	62
Ausbreitungsbiologie und angewandte Populationsgenetik .....	63
Mechanismen des Verhaltens .....	64
Datenbanken und Informationssysteme I.....	65
Homogene Katalyse (Metallorganische Komplexkatalyse) .....	66
Katalysatordesign .....	67
Naturstoffchemie .....	68
Spezielle Naturstoffchemie .....	69
Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen .....	70
Wirkstoffchemie.....	71
Biodiversität in den Tropen.....	72
Principles of Logic, Argumentation and Decision Theory.....	73
<b>Integratives Modul.....</b>	<b>74</b>
<b>Forschungsmodul.....</b>	<b>75</b>
<b>Masterarbeit .....</b>	<b>76</b>

## **Kurzbeschreibung**

Der Studiengang ist forschungsorientiert und baut konsekutiv auf die Bachelorstudiengänge Biochemie und Biologie (mit Ausrichtung Molekular- und Zellbiologie) auf. Der Studiengang wird im Wesentlichen von den Arbeitsgruppen des Bayreuther Zentrums für Molekulare Biowissenschaften (BZMB) getragen. Die Studierenden sollen aktuelle Erkenntnisse und Methoden der molekularbiologischen und biochemischen Forschung erlernen und anwenden, und sie sollen Kernkompetenzen in der Planung von Forschungsprojekten und der Kommunikation der erzielten Ergebnisse erwerben. Im ersten Studienjahr werden sechs Fachmodule mit je 9 Leistungspunkten belegt. Diese Module bestehen in der Regel aus Vorlesung, Seminar und Praktikum. Mindestens vier Module müssen aus den Kernbereichen Biochemie und Molekulare Biologie gewählt werden, davon mindestens eines aus Biochemie und mindestens eines aus Molekulare Biologie. Zwei fächerübergreifende Module können aus anderen biologischen und/oder chemischen Fächern gewählt werden (Wahlbereich). Im 3. Semester finden zwei Forschungsmodule statt, die die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt und Teilnahme an den Lehrstuhlseminaren beinhalten (je 13 Leistungspunkte). Diese Module werden in zwei Fächern absolviert, die im ersten Studienjahr belegt worden sind. In einem Integrativen Modul (10 Leistungspunkte) sollen die Studierenden Kernkompetenzen für eigenständige wissenschaftliche Forschung erwerben, indem sie angeleitet werden, ihre Projekte zu planen und die Ergebnisse und Forschungsvorhaben in mündlicher und schriftlicher Form zu präsentieren. Das 4. Semester ist der Erstellung der Masterarbeit vorbehalten (30 Leistungspunkte).

# Master-Studiengang Biochemie und Molekulare Biologie



## 1. und 2. Semester

4 Fachmodule mit je 9 LP aus den Bereichen Biochemie und Molekulare Biologie, davon mind. 1 Modul aus Biochemie und mind. 1 Modul aus Molekulare Biologie	36 LP
2 Fachmodule mit je 9 LP aus den Bereichen Biochemie, Molekulare Biologie oder Wahlbereich	18 LP
Integratives Modul, 1. Teil	6 LP
<b>Summe</b>	<b>60 LP</b>

Pro Semester werden jeweils drei Fachmodule sowie Leistungen im Umfang von 3 LP aus dem integrativen Modul absolviert.

## 3. Semester

2 Forschungsmodul mit je 13 LP	26 LP
Integratives Modul, 2. Teil	4 LP
<b>Summe</b>	<b>30 LP</b>

## 4. Semester

Masterarbeit	30 LP
--------------	-------

### ***Bereich Biochemie:***

ausgewählte Module aus dem Bereich Biochemie, die von folgenden Lehrstühlen, Professuren oder Arbeitsgruppen angeboten werden:

- Biochemie I - Proteinbiochemie der Signaltransduktion
- Biochemie II - Photobiochemie
- Biochemie III - Proteindesign
- Biochemie IV – Biophysikalische Chemie
- Biochemie V – Bioinformatik/Computer-gestützte Biochemie
- Biochemie VI – RNA-Biochemie
- Biomaterialien
- Bioorganische Chemie
- NMR-Spektroskopie

### ***Bereich Molekulare Biologie:***

ausgewählte Module aus dem Bereich Molekulare Biologie, die von folgenden Lehrstühlen, Professuren oder Arbeitsgruppen angeboten werden:

- Bioanalytik und Lebensmittelanalytik
- Bioprozesstechnik
- Entwicklungsbiologie
- Genetik
- Mikrobiologie
- Molekulare Parasitologie
- Ökologische Mikrobiologie
- Pflanzengenetik
- Pflanzenphysiologie
- Tierphysiologie
- Zellbiologie
- Genomanalytik & Bioinformatik

## **Wahlbereich:**

Verschiedene chemische oder biologische Module (inkl. Bereiche Biochemie und Molekulare Biologie, siehe aktuelles Modulhandbuch). Ein Fachmodul (9 LP) kann durch ein Modul aus einem anderen Studiengang an der Universität Bayreuth ersetzt werden; dies ist nur auf Antrag der oder des Studierenden möglich und bedarf der Genehmigung des Prüfungsausschusses sowie der oder des Modulverantwortlichen. Die Genehmigung der oder des jeweiligen Modulverantwortlichen und des Prüfungsausschusses muss vor Belegen der Veranstaltungen eingeholt werden.

Fachmodule werden nach Möglichkeit und Bedarf angeboten. Sie werden nach Entscheidung des Prüfungsausschusses von der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zum Ende des vorhergehenden Semesters in geeigneter Form bekannt gegeben und im Modulhandbuch entsprechend angepasst.

Die Module des Wahlbereiches werden von den oben genannten oder den folgenden Lehrstühlen, Professuren oder Arbeitsgruppen angeboten:

- Anorganische Chemie I
- Anorganische Chemie II
- Anorganische Chemie III
- Anorganische Chemie IV
- Datenbanken und Informationssysteme
- Funktionelle und Tropische Pflanzenökologie
- Makromolekulare Chemie I
- Makromolekulare Chemie II
- Organische Chemie I
- Organische Chemie I/2
- Philosophie I
- Physikalische Chemie I
- Physikalische Chemie II
- Physikalische Chemie III
- Populationsökologie der Tiere
- Tierökologie
- Mykologie
- Pflanzensystematik

### ***Integratives Modul:***

Das Integrative Modul besteht aus einer Ringvorlesung zu den Forschungsthemen der angebotenen Fächer, einem Forschungsseminar und der Konzeption und Präsentation eines Plans für ein Forschungsprojekt.

### ***Forschungsmodule:***

Die Forschungsmodule werden in biologischen oder chemischen Fächern durchgeführt, die im ersten und zweiten Semester belegt worden sind.

### ***Masterarbeit***

Die Masterarbeit muss einen Bezug zu biochemischen oder molekularbiologischen Themen haben.



## Modulübersicht

Die folgende Tabelle zeigt die aus den Bereichen Biochemie, Molekulare Biologie und dem Wahlbereich wählbaren Fachmodule sowie die Aufbaumodule und die Masterarbeit:

Mögliche Lehrveranstaltungstypen: V, Vorlesung; S, Seminar; Ü, Übungen; P, Praktikum; FPr Forschungsprojekt.

Mögliche Prüfungsformen: K/mP, Klausur oder mündliche Prüfung; Vo, benotete Vortragsleistung; Ab, benoteter Arbeitsbericht; H, Hausarbeiten; FP, benoteter Forschungsplan; MA, Masterarbeit

Der Umfang verschiedener Lehrveranstaltungstypen und die Form der Leistungsnachweise werden zum Ende des vorhergehenden Semesters im Modulhandbuch spezifiziert. Besteht eine Modulprüfung aus mehreren Prüfungsleistungen, errechnet sich die Modulnote als arithmetisches Mittel aus den mit den Leistungspunkten gewichteten Noten.

Modul	Typ	mögliche Prüfungsformen	LP	SWS
Fachmodul Bereich Biochemie <sup>a)</sup>	V, S/Ü, P	K/mP, Vo, Ab, H	9	9 / 10
Fachmodul Bereich Molekulare Biologie <sup>a)</sup>	V, S/Ü, P	K/mP, Vo, Ab, H	9	9 / 10
Fachmodule Bereich Biochemie oder Molekulare Biologie <sup>b)</sup>	V, S/Ü, P	K/mP, Vo, Ab, H	9	9 / 10
Fachmodule Wahlbereich <sup>b)</sup>	V, S/Ü, P	K/mP, Vo, Ab, H	9	9 / 10
Forschungsmodul 1	S, FPr	Vo, Ab	13	20
Forschungsmodul 2	S, FPr	Vo, Ab	13	20
Integratives Modul	V, S	Vo, FP	10	4
Masterarbeit		MA	30	

<sup>a)</sup> Wahlpflichtmodul: 1 Modul aus den angebotenen Modulen ist zu wählen

<sup>b)</sup> Wahlpflichtmodule: 2 Module aus den angebotenen Modulen sind zu wählen

## Prüfungsformen nach § 11 der Prüfungs- und Studienordnung

*Auszug aus der Prüfungs- und Studienordnung für den Masterstudiengang Biochemie und Molekulare Biologie an der Universität Bayreuth vom 25. März 2021.*

- (1) <sup>1</sup>Prüfungen werden in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Arbeitsberichten, Vortragsleistungen, Hausarbeiten oder Forschungsplänen abgelegt. <sup>2</sup>Die möglichen Prüfungsformen in den Modulen werden im Anhang 1 angegeben.
- (2) <sup>1</sup>Die Bewertungen der Prüfungen werden durch das von der Prüferin oder vom Prüfer festgelegte Verfahren bekannt gegeben. <sup>2</sup>Eine Zustellung von Einzelbescheiden erfolgt nicht. <sup>3</sup>Die Studierenden sind verpflichtet, sich selbstständig über die Wiederholungsregelungen dieser Satzung zu informieren; es obliegt ihnen, sich selbstständig rechtzeitig über die Prüfungsergebnisse zu informieren.
- (3) Wird eine Prüfungsleistung von mehreren Prüferinnen oder Prüfern beurteilt, ergibt sich die Note aus dem Durchschnitt der erteilten Bewertungen; dabei wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (4) <sup>1</sup>Klausuren werden wenigstens ein- und höchstens zweistündig durchgeführt; die Prüfungsdauer soll der Anforderung der zugehörigen Lehrveranstaltung angemessen sein. <sup>2</sup>Die zulässigen Hilfsmittel bestimmt die jeweilige Prüferin oder der jeweilige Prüfer. <sup>3</sup>Über die Prüfung ist ein Protokoll anzufertigen. <sup>4</sup>Die oder der Aufsichtsführende hat die Richtigkeit durch Unterschrift zu bestätigen. <sup>5</sup>In das Protokoll sind alle Vorkommnisse einzutragen, welche für die Feststellung der Prüfungsergebnisse von Belang sein können.
- (5) <sup>1</sup>Erscheint eine Kandidatin oder ein Kandidat verspätet zur Prüfung, so kann sie oder er die versäumte Zeit nicht nachholen. <sup>2</sup>Das Verlassen des Prüfungsraums ist mit Erlaubnis der Aufsichtsführenden zulässig. <sup>3</sup>Uhrzeit und Dauer der Abwesenheit sind auf der Prüfungsarbeit zu vermerken.
- (6) <sup>1</sup>Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen gemäß § 16 werden von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer (gemäß § 5) festgesetzt. <sup>2</sup>Die Beurteilung soll spätestens vier Wochen nach Anfertigung der jeweiligen Klausur vorliegen. <sup>3</sup>Wird die Klausur mit „nicht ausreichend“ bewertet, so ist sie von einer zweiten Prüferin oder einem zweiten Prüfer zu beurteilen.
- (7) <sup>1</sup>Im Falle einer mündlichen Prüfung beträgt die Prüfungsdauer für eine Prüfung je nach Anforderung der zugehörigen Lehrveranstaltung zwanzig bis sechzig Minuten. <sup>2</sup>Die mündliche Prüfung wird von zwei Prüferinnen oder Prüfern oder von einer Prüferin oder einem Prüfer unter Heranziehung einer Beisitzerin oder eines Beisitzers in deutscher Sprache durchgeführt. <sup>3</sup>Sofern es fachlich erforderlich ist, wird die mündliche Prüfung in englischer Sprache

durchgeführt; die Bekanntgabe erfolgt durch die Prüferin oder den Prüfer. <sup>4</sup>Eine Prüferin oder ein Prüfer oder die Beisitzerin oder der Beisitzer fertigt über die mündliche Prüfung ein Protokoll an, in das aufzunehmen sind: Ort und Zeit sowie Zeitdauer der Prüfung, Gegenstände und Ergebnis der Prüfung, die Namen der Prüferinnen und/oder der Prüfer oder der Prüferin oder des Prüfers und der Beisitzerin oder des Beisitzers, der Kandidatin oder des Kandidaten sowie besondere Vorkommnisse. <sup>5</sup>Das Protokoll ist von den Prüferinnen und/oder Prüfern oder der Prüferin oder dem Prüfer und der Beisitzerin oder dem Beisitzer zu unterschreiben. <sup>6</sup>Die Noten für die mündlichen Prüfungen werden von den Prüferinnen oder Prüfern oder von der Prüferin oder dem Prüfer gemäß § 16 festgesetzt.

- (8) <sup>1</sup>Bei Vortragsleistungen wird die Fähigkeit der Kandidatin oder des Kandidaten bewertet, in einem Referat den Stand der Wissenschaft in einem Teilgebiet der Biochemie und Molekularen Biologie verständlich darzustellen und zu diskutieren. <sup>2</sup>Das Thema wird von der zuständigen Prüferin oder dem zuständigen Prüfer gestellt. <sup>3</sup>Die Dauer eines Referats kann zwanzig bis fünfundvierzig Minuten betragen und wird von der Prüferin oder dem Prüfer festgelegt. <sup>4</sup>Die Vortragsleistung wird von zwei Prüferinnen oder Prüfern oder einer Prüferin oder einem Prüfer unter Heranziehung einer Beisitzerin oder eines Beisitzers abgenommen. <sup>5</sup>Von einer Bewertung durch eine Zweitprüferin oder einen Zweitprüfer kann abgesehen werden, wenn eine solche oder ein solcher nicht zur Verfügung steht. <sup>6</sup>Über die Vortragsleistung ist eine Niederschrift mit Namen der Kandidatin oder des Kandidaten, der Prüferinnen oder Prüfer oder der Prüferin oder des Prüfers und der Beisitzerin oder des Beisitzers, dem Ort, der Zeit und Zeitdauer, dem Gegenstand und Ergebnis und gegebenenfalls besonderer Vorkommnisse des Vortrags anzufertigen. <sup>7</sup>Die Niederschrift ist von den Prüferinnen oder Prüfern oder von der Prüferin oder dem Prüfer und der Beisitzerin oder dem Beisitzer zu unterschreiben. <sup>8</sup>Die Noten für die Vortragsleistung werden gemäß § 16 festgesetzt.
- (9) <sup>1</sup>Bei Arbeitsberichten werden Protokolle bewertet, in denen die in Forschungspraktika und Modulpraktika durchgeführten Experimente wissenschaftlich dokumentiert werden. <sup>2</sup>Die Bewertung des Arbeitsberichts erfolgt in der Regel durch die Prüferin oder den Prüfer, die oder der die Forschungsarbeit betreut. <sup>3</sup>Wird der Arbeitsbericht mit „nicht ausreichend“ bewertet, so ist er von einer zweiten Prüferin oder einem zweiten Prüfer zu beurteilen. <sup>4</sup>Die Noten für den Arbeitsbericht werden gemäß § 16 festgesetzt.
- (10) <sup>1</sup>Bei Forschungsplänen werden Konzepte im Umfang von zehn bis zwanzig Seiten bewertet, die die Fragestellung und den geplanten experimentellen Ansatz für ein wissenschaftliches Projekt in schriftlicher Form darstellen. <sup>2</sup>Die Bestimmungen von Abs. 9 Satz 2 bis 4 gelten entsprechend.
- (11) <sup>1</sup>Hausarbeiten zu einem vorgegebenen wissenschaftlichen Thema nach Recherche der Literatur im Umfang von 15 bis 30 Seiten werden im Anschluss an die zugrundeliegende Lehrveranstaltung verfasst. <sup>2</sup>Das Thema wird von der zuständigen Prüferin oder dem zuständigen Prüfer unter Berücksichtigung der Vorschläge der Kandidatin oder des

Kandidaten gestellt. <sup>3</sup>Das Thema der Arbeit muss so beschaffen sein, dass es innerhalb des Semesters bearbeitet werden kann. <sup>4</sup>In nicht zu vertretenden Gründen kann auf Antrag der Kandidatin oder des Kandidaten die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses nach Anhörung der Betreuerin oder des Betreuers diese Frist um höchstens eine Woche verlängern. <sup>5</sup>Weist die Kandidatin oder der Kandidat durch ärztliches Zeugnis nach, dass sie oder er durch Krankheit an der Bearbeitung gehindert ist, verlängert sich die Bearbeitungszeit entsprechend der ärztlich festgestellten Krankheitszeit. <sup>6</sup>Wird die Arbeit nicht fristgerecht abgegeben, so wird sie mit „nicht ausreichend“ bewertet. <sup>7</sup>Die Prüferin oder der Prüfer setzt die Note gemäß § 16 fest. <sup>8</sup>Bei Bewertung mit „nicht ausreichend“ ist die Arbeit von einer zweiten Prüferin oder einem zweiten Prüfer zu bewerten.

## Fachmodule – Bereich Biochemie

Subject-specific modules – Section Biochemistry

### ***(Bio-)Analytics: QM and metrology in the chemical laboratory***

(Modulverantwortliche Organisation: NMR-Zentrum)

#### **Lernziele**

Erwerb theoretischer und praktischer Kenntnisse in (Bio-)Analytik insbesondere der Grundlagen des analytischen Prozesses und der Metrologie (Lehre vom Messen). Im Zusammenhang damit Überblick über Qualitätsmanagement, ausgewählte analytische Techniken und OMICS. Modulsprache: Deutsch oder Englisch.

#### **Lerninhalte**

Vorlesung: Analytik ist eine metrologische (messende) Wissenschaft. Die Vorlesung führt in den analytischen Prozess und die Grundlagen der Metrologie und Ergebnisbewertung ein und bietet einen Überblick über das eng damit verbundene Qualitätsmanagement im Labor. Anwendungen und Grundlagen aus den Bereichen der Spektroskopie (z.B.: qNMR als Beispiel für quantitative Referenzmethode, IR udgl.), der Trennmethode und der Massenspektrometrie werden präsentiert, ebenso wie eine Einführung in die OMICS Methoden Fokus auf Metabonomics. Themenbezogenen Übungen ergänzen die Vorlesung (Teil der VL).

Kleingruppenpraktikum: Die Studierenden lernen den analytischen Prozess in seiner Gesamtheit zu betrachten, analytische Ergebnisse kritisch zu interpretieren und rechtssicher zu formulieren. Teil des Praktikums ist ein Seminar mit benotetem Vortrag (in Englisch).

#### **Lehrformen und –zeiten**

- Vorlesung (Bio-)Analytik: QM und Metrologie (Block, erste Semesterhälfte), 2 SWS, SoSe
- Kleingruppenpraktikum (Bio-)Analytik: QM und Metrologie (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin), 7 SWS, SoSe

#### **Teilnahmevoraussetzung**

Mindestvoraussetzungen sind grundlegende theoretische und praktische Kenntnisse in Chemie, insbesondere in Analytik und Spektroskopie.

#### **Leistungsnachweis**

- Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung (inkl. multiple choice) zur Vorlesung 5 LP
- Erfolgreiche Teilnahme am Kleingruppenpraktikum mit benoteten Protokollen (3 LP) und benotetem Seminarvortrag (1 LP) 4 LP

Das Praktikum gilt erst als bestanden, wenn alle Protokolle positiv bewertet wurden. Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand**

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| • Vorlesung (mit Vor- und Nachbereitung)          | 70 Stunden                   |
| • Prüfungsvorbereitung                            | 80 Stunden                   |
| • Kleingruppenpraktikum mit Protokoll und Seminar | <u>120 Stunden</u>           |
|   | Gesamtbelastung: 270 Stunden |

**Leistungspunkte:** 9

## **Biochemical Physics**

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie V)

### **Lernziele**

The aim of the course is to enable the students to familiarize with the structural and mechanistic aspects of biomolecules - how physics helps to understand biochemistry.

### **Lerninhalte**

#### Vorlesung:

- Structure and bonding in biomolecules.
- Thermodynamic driving forces - Energy, the capacity to store and move - Entropy - Boltzmann distribution- Calorimetry
- Proton and electron transfer - pH and redox reaction - Chemical potential and reduction potential  
Chemical equilibrium - Thermodynamics of binding - Molecular recognition, specificity, allostery, cooperativity - Titration experiments (what to measure with which methods, particular attention to optical spectroscopy methods)
- Kinetics - Diffusion and flow. Rates of molecular processes
- Chemical kinetics - Transition state - Binding and catalysis (Enzymes) - Flow and relaxation methods
- Molecular shape - Conformational changes- Folding
- Single molecule approach in the investigation of bio-molecule
- Mechanistic models

#### Praktikum:

Case studies will be proposed to illustrate practical concerns to approach some of the topics presented in the lecture.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS) und Seminar (2 SWS). Praktikum (7 SWS) als 2-wöchige Blockveranstaltung im Anschluss an die Vorlesungszeit. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Mathematische Grundlagen (Mathematik I + II). Grundkenntnisse in physikalischer Chemie.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Modulnote kann erst erteilt werden, wenn die erfolgreiche Teilnahme am Seminar und Praktikum nachgewiesen ist. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch Annahme des Praktikumsprotokolls nachgewiesen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Biochemische Methoden**

*Biochemical methods*

(Modulverantwortliche Organisationen: Biochemie I -III)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen aktuelle biochemische Arbeitsmethoden und Verfahren zum Studium von Struktur und Interaktion von Proteinen und Nucleinsäuren kennenlernen. Sie sollen in die Prinzipien der Methoden sowie ihre Auswertung eingeführt werden, und sie sollen deren Aussagekraft kennenlernen.

### **Lerninhalte**

Vorlesung *Biochemische Methoden*: Reinigung, Aktivierung rekombinanter Proteine, Tagging Verfahren; Enzymkinetik: Steady State, schnelle Kinetik (Stopped-Flow, T-Jump); Ultrazentrifugation; Bindungsgleichgewichte: Formalismus, Methoden zur Bestimmung von Gleichgewichtskonstanten; Fluoreszenzspektroskopische Analyse, CD von Proteinen; Elektrophorese: Prinzipien, Anwendung; Proteomanalyse, Protein-Protein-Interaktion, Quervernetzung; Protein-Nucleinsäure-Interaktion. In den Übungen werden Themen aus der Vorlesung aufgegriffen und vertiefend geübt. Im Praktikum werden folgende methodische Ansätze an Modellreaktionen behandelt: Faltung und konformationelle Stabilität von Proteinen; Protein-Liganden-Wechselwirkung; Active Site Titration; Protein-Nucleinsäure-Interaktion (Gelretardation); Reinigung von Proteinen.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung *Biochemische Methoden* (2 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS). Praktikum (7 SWS) als Block im Anschluss an die Vorlesungszeit. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie werden vorausgesetzt. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn das Modul Biochemische Methoden im Bachelorstudiengang Biochemie nicht belegt wurde.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 6 LP), benotete Arbeitsberichte zum Praktikum (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 80 Stunden Vor- und Nachbereitung und 40 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Bioinformatik: Molekulare Modellierung**

*Bioinformatics: Molecular modelling*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie V)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen zu einem vertieften Verständnis der Methoden und Anwendungen der molekularen Modellierung biologischer Makromoleküle gelangen und Fähigkeiten zur Durchführung molekularer Modellierung biologischer Makromoleküle mit geeigneter Computersoftware erwerben.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung *Bioinformatik und Molekulare Modellierung* werden die theoretischen Grundlagen der molekularen Modellierung (Molekulare Kraftfelder, biomolekulare Elektrostatik, klassische und statistische Mechanik), deren numerische Ausführungen (Molekulardynamik-Simulationen, Energieminimierung und Normalmoden-Analyse, Monte-Carlo-Simulationen), Grundlagen quantenchemischer Methoden sowie die Modellierung biochemischer Reaktionen und Ligandenbindung behandelt. Im Seminar werden die Themen der Vorlesung durch Vorträge der Studenten vertieft. Dabei sollen aktuelle wissenschaftliche Artikel wie auch Übersichtsartikel als Vorlage dienen. Im Praktikum *Molekulare Modellierung* werden verschiedene Techniken (u. a. Analyse biomolekularer Strukturen, Berechnung elektrostatischer Eigenschaften von Biomolekülen, Normalmoden-Analyse und einführende quantenchemische Methoden) exemplarisch an ausgewählten Fallbeispielen durchgeführt, um den Studierenden die praktischen Ausführungen dieser Methoden zu vermitteln.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (7 SWS) und Seminar (1 SWS). Das Praktikum findet als 2-wöchige Blockveranstaltung statt. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Strukturbiochemie und Grundkenntnisse in UNIX für das Praktikum werden dringend empfohlen. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn im Bachelorstudiengang das Modul *Molekulare Modellierung* nicht belegt wurde.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Modulnote kann erst erteilt werden, wenn die erfolgreiche Teilnahme an Seminar und Praktikum nachgewiesen ist. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch Annahme des Praktikumsprotokolls nachgewiesen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9



## **Biomakromolekulare Kristallographie**

*Biomacromolecular crystallography*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie I)

### **Lernziele**

Methoden zur strukturellen Untersuchung von biologischen Makromolekülen werden besprochen, und die Röntgenstrukturanalyse als häufig verwendete Methode konzeptionell und methodisch vertieft. Ziel des Moduls ist es, theoretische und praktische Grundlagen der Röntgenkristallographie zu vermitteln. Analyse, Aussagekraft und Verwendungsmöglichkeiten kristallographischer Modelle werden vermittelt, und die Komplementarität zu anderen Strukturanalysemethoden aufgezeigt.

### **Lerninhalte**

Methoden zur Strukturanalyse biologischer Makromoleküle; Strukturbeschreibung; physikalische theoretische und praktische Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse; Probenvorbereitung und Kristallisation; Datensammlung, -analyse und -auswertung; Phasenbestimmung; Modellerstellung und -analyse; Grundlagen der Modellierung von Homologen und Ligandkomplexen.

Im Seminar werden aktuelle wissenschaftliche Publikationen diskutiert, die Methoden und/oder wissenschaftliche Fragestellungen aus diesem Modul behandeln.

Im Praktikum werden anhand von Beispielproteinen moderne Methoden der Kristallisation und der Röntgenstrukturanalyse von Proteinen vermittelt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Die Veranstaltung besteht aus einer Vorlesung (2 SWS), einem Praktikum (5 SWS) und einem Seminar (2 SWS). Das Praktikum findet als zweiwöchige Blockveranstaltung statt. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul Biochemische Methoden bzw. Nachweis äquivalenter Leistungen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (5 Leistungspunkte), benoteter Seminarvortrag (1.5 Leistungspunkte) und benotete Protokolle zu den Praktikumsaufgaben (2.5 Leistungspunkte).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung, 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

# ***Biophysikalische Chemie – Mehrdimensionale NMR Spektroskopie an biologischen Makromolekülen***

*Biophysical chemistry: Multidimensional NMR-spectroscopy on biological macromolecules*  
(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie IV)

## **Lernziele**

Die Studierenden sollen die grundlegenden Kenntnisse über Methoden und Anwendung mehrdimensionaler NMR Spektroskopie zur strukturellen und dynamischen Charakterisierung von biologischen Makromolekülen in Lösung erwerben.

## **Lerninhalte**

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen der mehrdimensionalen NMR Spektroskopie (Produktoperatorformalismus, Kohärenztransfer, zwei- und höherdimensionale Spektroskopie, homonukleare Korrelationsspektroskopie und sequentielle Zuordnung, Tripelresonanzexperimente, Strukturinformation aus NMR Daten (NOE, skalare Kopplungen), Relaxation) behandelt. In den Übungen wird der Vorlesungsstoff an exemplarischen Aufgaben vertieft. Im Praktikum werden mehrdimensionale NMR Experimente zur strukturellen Charakterisierung durchgeführt und ausgewertet.

## **Lehrformen und –zeiten**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

Vorlesung	2 SWS
Übung	2 SWS
Praktikum	5 SWS

## **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse der Physikalischen Chemie und der Mathematik (Inhalte der entsprechenden Module der Studiengänge Biochemie Bsc bzw. Chemie Bsc) werden empfohlen. Das Modul kann nur belegt werden, wenn das Wahlpflichtmodul *Biophysikalische Chemie - NMR Spektroskopie* im Bachelorstudiengang Biochemie nicht belegt worden ist. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

## **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine schriftliche oder mündliche Prüfung zu den Inhalten der Lehrveranstaltungen des Moduls. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum wird durch Annahme der Praktikumsprotokolle nachgewiesen. Die Modulnote kann erst erteilt werden, wenn die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum nachgewiesen ist.

## **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung und 50 Stunden Prüfungsvorbereitung an; Gesamtaufwand 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## **Biomaterialien (für Biochemiker und Biologen)**

*Biomaterials (for biochemists and biologists)*

(Modulverantwortliche Organisation: Biomaterialien)

### **Lernziele**

Von der Natur inspirierte Materialien und Werkstoffe bilden die Grundlage dieser Veranstaltung. Die Studierenden sollen Möglichkeiten der Umsetzung und Erforschung von Biopolymeren erlernen und einen umfassenden Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse und industrielle Nutzung erhalten. Dabei spielt die mechanische und strukturelle Analyse der zugrunde liegenden Makromoleküle eine große Rolle. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Biomineralisation.

### **Lerninhalte**

Vorlesung: Anwendung von Nukleinsäuren, Lipiden und Proteinen in Nanotechnologie, Pharmakologie und Industrie; Betrachtung der wissenschaftlichen Grundlagen der natürlichen Assemblierung von Makromolekülen, von Biomineralisationsprozessen und deren technischer Nachahmung. Behandelt werden u. a. folgende Methoden: asymmetrische Feldflussfraktionierung, CD-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, UV-Vis-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, AFM, EM, Fluoreszenzmikroskopie, mechanische Testmaschinen, HPLC, molekularbiologische und mikrobiologische Arbeitsmethoden.

Seminar: Im Seminar werden aktuelle Themen im Bereich Biomaterialien und Biomineralisation behandelt. Im Mittelpunkt stehen Methoden der Materialanalyse zur Optimierung des Einsatzes von Biopolymeren in der Industrie.

Praktikum: Im Praktikum sollen die in Vorlesung und Seminar theoretisch erlernten Methoden praktisch am Beispiel von Spinnenseiden, Muschelkollagenen und Hefeprioproteinen umgesetzt werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Lehrveranstaltung: 2 SWS Vorlesung  
2 SWS Seminar  
5 SWS Praktikum

Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie und Molekularer Biologie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine mündliche oder schriftliche Prüfung (Gewichtung 5 LP), der Benotung des Praktikums (Protokoll und praktische Durchführung) (Gewichtung 2 LP) und des Seminars (Gewichtung 2 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Bioorganische Chemie I: Aminosäuren, Peptide, Proteine**

*Bioorganic chemistry I: Amino acids, peptides, proteins*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioorganische Chemie)

### **Lernziele**

Ausgehend von der Struktur, den Eigenschaften und der Synthese von Biomakromolekülen wird ein interdisziplinärer Ansatz gewählt, um das Potential von gezielten Veränderungen an Biomolekülen für biomedizinische Zwecke aufzuzeigen.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung stellt die wichtigsten Klassen von Biomakromolekülen vor und geht ausführlich auf moderne Synthesemöglichkeiten sowie die biologische Bedeutung der einzelnen Stoffklassen ein. Im Einzelnen werden behandelt: Biologisch aktive Peptide, chemische und enzymatische Synthesen von Aminosäuren und Peptiden, analytische Methoden zur Trennung und Charakterisierung von Biomolekülen, Festphasensynthesen, Proteinsynthese, Kohlenhydrate, Nukleinsäuren. Im Praktikum werden die theoretischen Kenntnisse mit Versuchen zu folgenden Themengebieten vertieft:

- Festphasensynthese und Peptidsynthese.
- Enzymatische Reaktionen.
- Strukturelle Charakterisierung der Produkte mit spektroskopischen Methoden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung *Bioorganische Chemie* (2 SWS) und Praktikum (9 SWS). Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Kenntnisse in Organischer Chemie werden vorausgesetzt. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn im Bachelorstudiengang das Modul *Bioorganische Chemie* nicht belegt wurde.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 4,5 LP), Arbeitsberichte zum Praktikum (Gewichtung 4,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

140 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 40 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Bioorganische Chemie II: Kohlenhydrate und Glycobiologie**

*Bioorganic chemistry II: Carbohydrates and glycobiology*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioorganischen Chemie)

### **Lernziele**

Ausgehend von der Struktur, den Eigenschaften und der Synthese von Biomakromolekülen wird ein interdisziplinärer Ansatz gewählt, um das Potential von gezielten Veränderungen an Biomolekülen für biomedizinische Zwecke aufzuzeigen.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung geht von den wichtigsten Klassen von Biomakromolekülen aus und bespricht ausgewählte Beispiele aus dem Bereich von Proteinen, Kohlenhydraten, der Kombinatorischen Synthese und der Herstellung von Chips mit Biomolekülen. Im Praktikum werden die theoretischen Kenntnisse mit Versuchen zu folgenden Themengebieten vertieft:

- Festphasensynthese und Peptidsynthese
- Enzymatische Reaktionen
- Kombinatorische Chemie
- Strukturelle Charakterisierung der Produkte mit spektroskopischen Methoden

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung *Bioorganische Chemie II* (2 SWS), Praktikum (9 SWS). Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die erfolgreiche Teilnahme am Modul *Bioorganische Chemie* im Bachelorstudiengang Biochemie oder am Modul *Bioorganische Chemie I* wird dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 4,5 LP), Arbeitsberichte zum Praktikum (Gewichtung 4,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

140 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 40 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Chemometrie – Chemometrics**

(Modulverantwortliche Organisation: NMR-Zentrum)

### **Lernziele**

Das Modul gibt einen Überblick über die Chemometrie, also die Auswertung chemischer Daten mittels statistischer Methoden (einschl. KI), und in diesem Zusammenhang wichtige spektroskopische Techniken und deren chemometrische Anwendung in Chemie, Lebensmittelprüfung und medizinischer Diagnostik. Die Teilnehmer sollen grundlegende Kenntnisse erwerben, die sie befähigen, Forschungsarbeiten im Bereich der Chemometrie nicht nur zu verstehen, sondern auch selbständig durchzuführen. Modulsprache: Deutsch oder Englisch.

### **Lerninhalte**

Vorlesung: Überblick über die Chemometrie – von den Anfängen bis zur KI. Besonderheiten bei der Anwendung auf spektroskopische Daten (z.B.: IR, MS, NMR, Isotopenverhältnisse, Spurenelemente udgl.). Experimentelle Grundlagen: von der Probenvorbereitung bis zum fertigen Modell. Überblick über Klassifizierungs- und Regressionsmethoden und damit verbunden Datenvorbehandlung. Einführung in die Entwicklung nicht-gerichteter analytischer Methoden und entsprechende Validierungskonzepte. Anwendungsbeispiele: von der anorganischen Chemie über Lebensmittelanalytik (Authentizitätsanalytik) bis zur Diagnostik. Themenbezogenen Übungen ergänzen die Vorlesung (Teil der VL).

Kleingruppenpraktikum: Die Studierenden lernen spektroskopische Daten für chemometrische Auswertungen zu erstellen, auszuwerten und kritisch zu interpretieren. Teil des Praktikums ist ein Seminar mit benotetem Vortrag (in Englisch).

### **Lehrformen und –zeiten**

- Vorlesung Chemometrics (Block, erste Semesterhälfte), 2 SWS, WS
- Kleingruppenpraktikum Chemometrics (2 Wochen Blockpraktikum, fixer Termin), 7 SWS, WS

### **Teilnahmevoraussetzung**

Mindestvoraussetzungen sind grundlegende theoretische und praktische Kenntnisse in Chemie, insbesondere in Analytik und Spektroskopie.

### **Leistungsnachweis**

- Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung (inkl. multiple choice) zur Vorlesung 5 LP
- Erfolgreiche Teilnahme am Kleingruppenpraktikum mit benoteten Protokollen (3 LP) und benotetem Seminarvortrag (1 LP) 4 LP

Das Praktikum gilt erst als bestanden, wenn alle Protokolle positiv bewertet wurden. Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung beider Veranstaltungen erteilt.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

- |   |                    |
|---|--------------------|
| • Vorlesung (mit Vor- und Nachbereitung)          | 70 Stunden         |
| • Prüfungsvorbereitung                            | 80 Stunden         |
| • Kleingruppenpraktikum mit Protokoll und Seminar | <u>120 Stunden</u> |
| Gesamtbelastung:                                  | 270 Stunden        |

**Leistungspunkte:** 9

## ***Molekulare Virologie***

Diese Lehrveranstaltungen können als Vorlesung und Seminar in Prinzipien der Biochemie belegt werden.

*Molecular virology*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie IV)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen Grundlagen der molekularen Virologie erwerben. Der Aufbau und der Lebenszyklus wichtiger eukaryontischer und krankheitsrelevanter Viren werden vermittelt. Virologische, molekularbiologische, biochemische und biophysikalische Fragestellungen werden miteinander verknüpft.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung werden die Grundlagen der molekularen Virologie, der Aufbau, die Replikation und die Pathogenese einzelner Virusgruppen wie HIV, Herpes, Influenza, Polio, Hepatitis sowie Strategien zur Virusbekämpfung behandelt. Verschiedene Mechanismen z.B. viraler Enzyme werden auf molekularer Ebene erklärt. Im Seminar werden aktuelle Themen aus der Virologie anhand von Veröffentlichungen von den Studierenden erarbeitet und vorgetragen.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS, WS) und Seminar (1 SWS, SoSe). Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in der Biochemie und Molekularer Biologie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung (Gewichtung 3,5 LP), aktive Teilnahme am Seminar inklusive Vortrag (2 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

50 Stunden Anwesenheit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung, insg. 165 Stunden

**Leistungspunkte:** 5,5

## **Proteine: Funktion, Evolution und Design**

*Proteins: Function, evolution and design*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie III)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen durch dieses Modul ein tieferes Verständnis für Proteine, ihre Funktionen und ihre Entstehung erwerben, sowie Einblicke in moderne Möglichkeiten des Protein-Engineering zur Entwicklung neuartiger Proteine erhalten. Zudem sollen Kernkompetenzen im kritischen Umgang mit wissenschaftlichen Daten und ihrer Präsentation vermittelt werden.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung werden Struktur, Faltung und Funktion von Proteinen behandelt, molekulare Prinzipien der Proteinstabilität und -reaktivität, Mechanismen der Faltung, Methoden zur Analyse von Proteinen, ihrer Faltung, Stabilität und Funktion, grundlegende Konzepte der Proteinevolution, sowie Prinzipien des Protein-Engineering (von *in vitro* Evolution bis *in silico* Design). Die Vorlesungsmaterialien sind generell in Englisch gehalten. Bei Bedarf kann die Vorlesung auch auf Deutsch gelesen werden.

Im Seminar werden aktuelle Arbeiten aus der Literatur, die wissenschaftlichen Fragestellungen aus diesem Modul behandeln und vertiefen, in Vorträgen vorgestellt und in der Gruppe diskutiert.

Im Praktikum sollen die erlernten Konzepte praktisch an Beispielen umgesetzt werden. Dies beinhaltet theoretische Ansätze wie Visualisierung, Analyse und Modellierung von Proteinstrukturen und Protein-Ligandenkomplexen, sowie deren experimentelle Präparation und biophysikalische Charakterisierung.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (5 SWS). Das Praktikum wird als 2-wöchige Blockveranstaltung durchgeführt. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie und Molekularbiologie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung (3 LP), aktive Teilnahme am Seminar inklusive Vortrag (3 LP), sowie Benotung des Praktikums inklusive Protokoll (3 LP)

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung, 30 Stunden Prüfungsvorbereitung, in Summe 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9



## ***Python-Programmierung in den Lebenswissenschaften***

*Python programming in life sciences*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie V)

### **Lernziele**

Theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten im Umgang mit Linux-Computern und das wissenschaftliche Programmieren in Python.

### **Lerninhalte**

Dieses Modul bietet einen Einstieg in Linux und die Programmiersprache Python. Ziel ist es dem Studierenden mit Hilfe von Problemen aus der Biochemie und Bioinformatik das Programmieren in Python in der Linux Umgebung beizubringen. Grundlegende Algorithmen aus der Bioinformatik werden vermittelt, um damit wissenschaftliche Daten zu prozessieren, auszuwerten und zu präsentieren.

### **Lehrformen und –zeiten**

Ein Besprechungsseminar (2 SWS), in dem die Programmiertechniken vorgestellt und besprochen werden und anschließende Übungen (2 SWS) zur Vertiefung der Techniken. In einem zweiwöchigen Blockpraktikum (7 SWS) wird die Programmierung einer komplexeren Aufgabe durchgeführt. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Eine erfolgreiche Teilnahme am Pflichtmodul “Grundlagen der Bioinformatik”, sowie Grundwissen im Betriebssystem Linux

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über aktive Mitarbeit und benotete schriftliche Hausarbeiten (4,5 LP) sowie eine benotete schriftliche Prüfung in Form einer Programmieraufgabe (4,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 135 Stunden Anwesenheit, 85 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 50 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **RNA: Struktur und Funktion**

*RNA: Structure and function*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie IV)

### **Lernziele**

Dieses Modul soll den Studierenden einen detaillierten Einblick in die Welt der RNA geben. Dieses biologisch essentielle Molekül wurde über Jahrzehnte als reines Intermediär im zentralen Dogma der Molekularbiologie angesehen. Erst in den letzten 20 Jahren stieg das Interesse durch bahnbrechende Forschung, gerade im Bereich der langen, nicht-kodierenden RNA (long non-coding, lncRNA). Es soll vermittelt werden, dass in der RNA Forschung ein Struktur-Funktionszusammenhang wichtig ist, um das Wirken dieser Moleküle zu verstehen. Wissen über den Einfluss der RNA-Moleküle in allen molekularen Mechanismen der Zelle soll erworben sowie der kritische Umgang mit wissenschaftlicher Literatur und Daten geübt werden. Insbesondere soll die moderne Herangehensweise zur RNA-Strukturberechnung erlernt werden und deren besondere Stellung im Vergleich zur Proteinstrukturberechnung.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung wird zunächst einleitend eine historische Zusammenfassung der RNA-Forschung gegeben sowie die Hypothese der RNA als Ursprung des Lebens. Darauf aufbauend werden alle molekularen Mechanismen der RNA in grundlegenden, zellulären Pfaden beschrieben und das komplexe Leben von RNA Molekülen verfolgt. Diese reichen von der Transkription, Spleißen, Translation, Reifung, Degradation als auch deren Regulation durch lncRNAs und RNA-bindende Proteine. Weiterhin werden regulatorische und katalytische RNAs behandelt bis hin zu RNA-Proteininteraktionen in Wirts-Pathogenverhältnissen. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Struktur von RNAs gelegt und wie diese für die Regulationsmechanismen von Bedeutung sind. Hier werden Methoden zur RNA Strukturberechnung behandelt (Chemical probing, M2-seq, NMR, cryo-EM). Der Bereich der Transkription und microRNAs wird nur peripher behandelt, da dies schon vom hier empfohlenen Modul „Non-coding RNA and epigenetics“ abgedeckt ist.

Die Vorlesungsmaterialien sind generell in Englisch gehalten und nur nach ausdrücklichem Wunsch können die Vorlesungen und Seminare auch auf Deutsch durchgeführt werden.

Im Seminar werden aktuelle und relevante Arbeiten aus der Literatur, die im Zusammenhang mit der Vorlesung stehen, zur Vertiefung von den Studierenden vorgetragen und in der Gruppe diskutiert. Dabei wird auf einen wissenschaftlich kritischen Umgang mit den Ergebnissen geachtet.

Im Praktikum sollen die Schwierigkeiten bei der RNA-Forschung aufgezeigt werden und wie man diese umgehen kann. Es wird zunächst RNA hergestellt, diese biophysikalisch untersucht und strukturell charakterisiert. Außerdem werden Protein-RNA Interaktionen biophysikalisch und strukturell untersucht.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (5 SWS). Das Praktikum wird als 2-wöchige Blockveranstaltung zusammen mit dem Seminar durchgeführt. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie und Molekularbiologie werden vorausgesetzt.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung (35 %), aktive Teilnahme am Seminar, inklusive Vortrag (35 %) sowie Benotung des Praktikums samt Protokollanfertigung (30 %).

**Studentischer Arbeitsaufwand**

140 Stunden Anwesenheit, 100 Stunden Vor- und Nachbereitung, 30 Stunden Prüfungsvorbereitung - in Summe 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## ***Integrative biomolecular structure modelling***

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie IV)

### **Aims**

This module aims to provide the students with detailed insights into modern structural biology. Structural biology remains essential to obtain detailed mechanistic insights into biological processes. Today, integration of data from different methods becomes increasingly important as structures of single domains or small biomolecules are mostly solved. Each single structure determination method has its limitations and large and dynamic complexes need insights from several methods. Furthermore, the year 2021 has had a huge impact for structural biology with the release of AlphaFold2. This enhances high resolution structure determination of larger biomolecular complexes significantly. Thus, this module will provide an overview about how to solve structures of biomolecules and their complexes, the methods needed to obtain restraints for structure calculation, how to handle dynamics and how to interpret the structures to understand functional impact.

### **Learning content**

During the beginning of this lecture series, we will discuss structural biology in general followed by lectures about contributing methods (AlphaFold2, NMR spectroscopy, X-ray crystallography, cryo-EM, small-angle scattering, EPR, FRET, cross-linking mass spectrometry). To avoid redundancy we will focus on which restraints are useful for integrative approaches. This will be followed by explanations about how to combine restraints from these methods in an efficient way, depending on what complexes are investigated (protein-protein, protein-nucleic acids). Later, computational tools and platforms will be introduced and how to best apply them for certain complexes. Lastly, we will discuss the problem of how to handle dynamic molecules, like intrinsically disordered proteins and RNA. Obtaining models of these kind of complexes are challenging and ensemble modelling is therefore a major focus.

The lecture, seminar and practical will be generally in English.

In the seminar, we will discuss new and relevant literature, which is in relation to the lecture and practical, which helps to deepen the students' understanding of the topic and it will be discussed in the group. Here, we will also focus on assessing the articles critically.

In the practical, we will try to provide insights into the difficulties integrative modelling and how to find solutions. Hands-on experience on computational tools with existing data will be taught.

### **Teaching types**

Lecture (2 SWS), Seminar (2 SWS), Practical (2 SWS). The practical will be computational and together with the seminar will be after the lecture. The modul takes place in SoSe.

### **Recommended knowledge**

Basic knowledge in biochemistry and molecular biology is necessary. Previous knowledge on e.g. X-ray crystallography (see existing module) will be useful but not necessary. Basic knowledge in Unix systems is also recommended, but not necessary.

### **Assessment**

Written or oral exam (35 %), active participation in seminar including a presentation (35 %) and assessment of the practical including lab reports (30 %).

**Workload**

140 hours of presence, 100 hours pf preparation and independent studies, 30 hours exam preparation,270 hours total

**ECTS:** 9

## **Selbstassemblierende Biopolymere**

*Self-assembling biopolymers*

(Modulverantwortliche Organisation: Biomaterialien)

### **Lernziele**

Selbstassemblierende Biopolymere (DNA/RNA, Proteine, Lipide, Polysaccharide) bilden die Grundlage dieser Veranstaltung. Die Studierenden sollen Einblicke in die Analyse von Biopolymeren mit einem Fokus auf die Assemblierungsmechanismen von Biopolymeren und der Bildung von Superstrukturen erhalten. Als Ausblick werden auch mögliche technische Anwendungen vorgestellt.

### **Lerninhalte**

Vorlesung: Bildung von Superstrukturen aus Nukleinsäuren; Assemblierungsmechanismen von Lipiden und Proteinen in Hinblick auf wissenschaftliche Grundlagen; mögliche technische Anwendungen.

Seminar: Im Seminar werden vertiefend aktuelle Entwicklungen im Bereich der Biopolymere besprochen und ebenso für Vorlesung und Praktikum benötigte Analysemethoden.

Praktikum: Im Praktikum sollen die in Vorlesung und Seminar theoretisch erlernten Methoden praktisch am Beispiel von selbstassemblierenden Biopolymeren (Hefe-Prionproteine und Nukleinsäuren) umgesetzt werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Lehrveranstaltung: *Selbstassemblierende Biopolymere (für Biologen & Biochemiker)*

2 SWS Vorlesung

2 SWS Seminar

5 SWS Praktikum

Dozenten: Scheibel und Mitarbeiter

Das Modul wird nur im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie werden vorausgesetzt. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn während des Bachelorstudiums an der Universität Bayreuth das Modul *Selbstassemblierende Biopolymere* nicht belegt wurde.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine schriftliche oder mündliche Prüfung (5 LP), der Benotung des Seminarvortrags (2 LP) und des Praktikums (Protokoll und praktische Durchführung, 2 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 100 Stunden Vor- und Nachbereitung und 35 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Non-coding RNA and Epigenetics**

Modulverantwortliche Organisation: RNA Biochemie (Biochemie VI)

### **Lernziele**

RNAs, die nicht in Proteine übersetzt werden, sondern vor allem regulatorisch wirken, haben große Teil der Biologie in den letzten 20 Jahren revolutioniert. Das Modul macht die Studierenden mit den verschiedenen Klassen dieser nicht-kodierenden RNAs vertraut und erklärt deren Biogenese und molekulare Wirkweise. Mit den nicht-kodierenden RNAs eng verwoben sind epigenetische Prozesse, d.h. vererbliche Merkmale, die nicht auf Änderungen der DNA-Sequenz zurückzuführen sind. Um epigenetische Mechanismen zu verstehen, vermittelt das Modul Grundzüge der Regulation eukaryontischer DNA-Struktur, Heterochromatin-Bildung und -Erhaltung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Verbindung zwischen nicht-kodierender RNA und Epigenetik. Darüber hinaus führt das Modul auch in den therapeutischen Nutzen von (nicht-kodierenden) RNAs ein, ein Forschungsfeld, das in den letzten Jahren nicht allein durch die Sars-CoV-2 Pandemie enorm an Bedeutung gewonnen hat.

### **Vorlesung**

Die Vorlesung umfasst folgende Themen: Chromatin and chromatin remodeling, history of the discovery of RNA interference, microRNAs and their biogenesis, translational repression, piRNAs in *Drosophila* and mouse, oligonucleotide therapeutics, next-generation sequencing techniques (including ChIP-seq, RNA-seq, GRO-seq, PAR-CLIP and iCLIP), epigenetic mechanisms in plants, DNA methylation in animals and plants, genomic imprinting, histone variants. Optional (if time allows): RNA epigenetics (e.g. m6A), long non-coding RNAs, X inactivation, enhancer RNAs, 3D-genome organization.

**Sprache:** Englisch, Folien: Englisch.

### **Seminar**

30-minütige Seminare über wegweisende Veröffentlichungen aus der Originalliteratur.

**Sprache:** Englisch.

### **Praktikum**

Das 2-wöchige Blockpraktikum macht die Studierenden mit den Grundlagen der rekombinanten eukaryontischen Proteinexpression, -reinigung und verschiedenen Techniken der RNA-Biochemie vertraut. Außerdem lernen die Studierenden *high-throughput sequencing* Anwendungen kennen und werten einen RNA-seq (und einen PAR-CLIP) Datensatz aus. Das übergreifende Thema des Praktikums ist das zentrale Ereignis humaner RNA-Interferenz, das Zerschneiden eines mRNA-Moleküls mithilfe einer an Argonaute-2 gebundenen microRNA. Argonaute-2 und eine katalytisch inaktive Argonaute Mutante werden mithilfe von modernen Chromatographietechniken aufgereinigt. Ein mRNA *target* wird mithilfe von PCR-basierter *in vitro* Transkription hergestellt und über Harnstoffgele aufgereinigt. Die Aktivität von humanem Argonaute-2 gegenüber dem mRNA *target* wird mithilfe eines *Slicer Assays* gemessen. Das Praktikum vermittelt des weiteren Einblicke in die RNA-Bioinformatik: In einem *in silico* Experiment werden die Auswirkungen eines microRNA *knockdowns* auf das humane Transkriptom in einem RNA-seq Experiment ausgewertet. Die tatsächlichen Bindestellen einer microRNA auf einem mRNA *target* werden mithilfe von PAR-CLIP Daten bestimmt.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (5 SWS), Seminar zu aktuellen Themen der Forschung (2 SWS). Das Modul wird im Sommersemester angeboten. Während die Vorlesung 2-stündig das

ganze Semester über stattfindet, werden die Seminare Mitte/Ende Juni abgehalten. In der zweiten Julihälfte findet ein 2-wöchiges Blockpraktikum statt.

**Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse der Biochemie und der Molekularen Biologie werden vorausgesetzt.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung zu den Inhalten der Vorlesung (4 LP), Vortragsleistung im Seminar (2 LP), Schriftliches Protokoll (auf Englisch) und kurze mündliche Vorstellung der Praktikumsresultate (3 LP)

**Studentischer Arbeitsaufwand**

120 Stunden Anwesenheit, 120 Stunden Vor- und Nachbereitung, 60 Stunden Prüfungsvorbereitung. Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9



# **Synthetische Biologie & Sensorische Photorezeptoren**

*Synthetic biology & sensory photoreceptors*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie II)

## **Lernziele**

Die Veranstaltung setzt sich zum Ziel, Studierende mit der aktuellen und vielfältigen Materie der ‚Synthetischen Biologie‘ vertraut zu machen. Es werden verschiedene Bereiche ausgehend vom einzelnen Molekül bis hin zum ganzen Lebewesen behandelt. Besonderes Augenmerk finden hierbei sensorische Photorezeptoren, die verschiedenen Organismen lichtvermittelte Anpassungen ihres Verhaltens ermöglichen; neuerdings werden Photorezeptoren auch in der Optogenetik eingesetzt, um auf räumlich-zeitlich präzise, reversible und nicht-invasive Weise organismisches Verhalten und Physiologie über Licht zu kontrollieren. Perspektivisch soll das Modul den Studenten Wissen, Motivation und Fähigkeiten vermitteln, in ihrer eigenen Forschung auch auf synthetische Strategien zu setzen.

## **Lerninhalte**

Vorlesung: Einleitung, Verortung und grundlegende Konzepte der Synthetischen Biologie; bioinformatische Ressourcen und Datenbanken; Proteinmodifikationen; Einbau nicht-natürlicher Aminosäuren; DNA-Bibliotheken und Methoden zu ihrer Erzeugung; Directed Evolution; sensorische Photorezeptoren (Klassen, Photochemie, Struktur und Funktion); Optogenetik; de novo Proteindesign; DNA Computer und DNA Origami; metabolische Netzwerke; synthetisches Leben. Die Vorlesungsmaterialien sind grundsätzlich auf Englisch gehalten, die Vorlesung kann aber bei Bedarf auch auf Deutsch gelesen werden.

Seminar: Begleitend zur Vorlesung werden bahnbrechende und/oder aktuelle Arbeiten aus der Literatur in einem Vortrag vorgestellt und in der Gruppe diskutiert. Themen entstammen den oben genannten und in der Vorlesung behandelten Bereichen der Synthetischen Biologie.

Praktikum: Im Praktikum gilt es, Konzepte der Synthetischen Biologie am Modellsystem sensorischer Photorezeptoren umzusetzen. Zentrales Ziel ist die Präparation, spektroskopische, funktionale Analyse und optogenetische Anwendung eines künstlich erzeugten Photorezeptors sowie das Erstellen funktionaler Varianten dieses Rezeptors. Methodisch umfaßt das Praktikum molekularbiologische, biochemische und spektroskopische Ansätze. Das Praktikum wird als zweiwöchige Blockveranstaltung durchgeführt.

## **Lehrformen und –zeiten**

2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar, 5 SWS Praktikum; Das Modul wird im SoSe angeboten.

## **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie und Molekularbiologie werden vorausgesetzt.

## **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine mündliche oder schriftliche Prüfung (Gewichtung 50 %), der Benotung des Praktikums (Protokoll, Gewichtung 50 %) sowie der aktiven Teilnahme am Seminar (unbenotet).

## **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung, 30 Stunden Prüfungsvorbereitung, in Summe 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## **Prinzipien der Biochemie**

*Principles of biochemistry*

(Modulverantwortliche Organisationen: Dozenten des Bereichs Biochemie)

### **Lernziele**

Durch Kombination von zwei Vorlesungen aus dem Angebot des Bereichs A sollen die Kenntnisse in Biochemie vertieft werden, Zusammenhänge zwischen den Disziplinen erkannt werden und die Grundlage für eigenes wissenschaftliches Arbeiten verbreitert werden.

### **Lerninhalte**

Die Lerninhalte der Vorlesungen und die Zielsetzungen der Seminare sind in den Modulen definiert, aus denen sie gewählt werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Die Veranstaltung besteht aus zwei Vorlesungen im Umfang von jeweils 2 SWS aus dem Angebot des Bereichs A (Biochemie) und einem Seminar (2 SWS), das einer der beiden Vorlesungen zugeordnet ist. Vorlesungen und Seminare, die bereits im Rahmen eines anderen Moduls absolviert wurden, können nicht gewählt werden.

Die Vorlesung, der das Seminar nicht zugeordnet ist, kann auch aus dem Bereich B gewählt werden.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die Teilnahme an diesem Modul ist nur einmal möglich.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung I (3.5 Leistungspunkte), schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung II (3.5 Leistungspunkte) und benoteter Seminarvortrag (2 Leistungspunkte). Bei der Anmeldung zu den Prüfungen zu den Vorlesungen I und II ist anzugeben, dass diese Prüfungen im Rahmen des Moduls „Prinzipien der Biochemie“ abgelegt werden.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

90 Stunden Anwesenheit, 120 Stunden Vor- und Nachbereitung, 60 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Fachmodule – Bereich Molekulare Biologie**

*Subject-specific modules – Section Molecular Biology*

### **Biotechnologie**

*Biotechnology*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioprozesstechnik)

#### **Lernziele**

Die Studierenden sollen vertiefte Kenntnisse bezüglich der Nutzung biologischer Systeme in einem technischen Zusammenhang erwerben, insbesondere im Bereich der modernen, pharmazeutisch / medizinisch aber auch systembiologisch / industriell ausgerichteten Biotechnologie. Daneben sollen verfahrenstechnische und regulatorische Voraussetzungen der Bioprozessentwicklung vermittelt und eine Grundlage für eine verbesserte Kommunikation zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaftlern gelegt werden.

#### **Lerninhalte**

Es werden die folgenden Themen bearbeitet: zelluläre Biotechnologie (Expressions-systeme, Kultivierungsbedingungen, Stammzellen, Tissue Engineering), industrielle Biotechnologie (technische Enzyme, Ganzzelltransformationen, Proteindesign, Metabolic Engineering), Bioreaktionstechnik (Bioreaktoren, Prozessführung, Grundoperationen, Prozessanalytik, computerunterstützte Prozesssimulation), Produktgewinnung und –reindarstellung (Downstream Processing Grundoperationen, Apparaturen, Strategien), Qualitätskontrolle (Prozess, Produkt), regulatorische Aspekte (Prinzipien der „Good Manufacturing Practice“ und „Good Laboratory Practice“, Sicherheitsaspekte, Zulassung, nationale und internationale gesetzliche Bestimmungen), sowie Prozesskunde (Herstellung von rekombinanten Proteinen, Herstellung von Antikörpern mit Hybridomzellen, Herstellung pharmazeutischer Plasmid DNA, Tissue Engineering). Im Seminar werden die Vorlesungsinhalte durch Diskussion von aktuellen biotechnologischen Forschungsgebieten und Fragestellungen vertieft, und es wird ein kurzer Projektierungskurs in den Bereichen „Prozessentwicklung“ sowie „Anlagenplanung nach GMP“ absolviert. Im Praktikum werden vor allem die technischen Aspekte (Bioreaktoren, Aufarbeitsverfahren, computerunterstützte Prozesssimulation) an einer eigenständig zu bearbeitenden wissenschaftlichen Fragestellung veranschaulicht.

#### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung *Produkte aus Zellen, Zellen als Produkte* (2 SWS), Seminar *Aktuelle Aspekte der Biotechnologie* (2 SWS) und Praktikum (5 SWS). Das Praktikum findet als dreiwöchige Blockveranstaltung statt. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

#### **Teilnahmevoraussetzung**

Biologische und biochemische Grundkenntnisse. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn es nicht im Bachelorstudium belegt wurde.

#### **Leistungsnachweis**

Mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 4 LP), Benotung der Seminarbeiträge (Gewichtung 2,5 LP), sowie Benotung der Leistung im Praktikum und des im Praktikum geführten Labortagebuchs (Gewichtung 2,5 LP).

**Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

# **Entwicklungsbiologie**

*Developmental biology*

(Modulverantwortliche Organisation: Entwicklungsbiologie)

## **Lernziele**

Die Entwicklungsbiologie bildet die Grundlage für das Verständnis von molekularen und zellulären Prozessen während der Embryonalentwicklung, Metamorphose und Regeneration von Organismen. Themen, die aktuell von großer biomedizinischer Relevanz sind, wie Stammzellen, Krebs und Organregeneration, können nur im Zusammenhang mit den zellulären Signalmechanismen verstanden werden, durch die sie kontrolliert werden. Ziele des Moduls sind es, die Prinzipien der Entwicklung kennen zu lernen, sich mit den Signalmolekülen vertraut zu machen, die die Entscheidungen zwischen Proliferation und Differenzierung von Zellen steuern, und die wichtigsten Tiermodelle kennen zu lernen insbesondere von Wirbeltieren (Zebrafisch, Frosch, Huhn und Maus), die das Feld der Entwicklungsbiologie revolutioniert haben. Durch ausgewählte Kapitel der Entwicklungsgenetik sollen die Studierenden an die Theorie und Praxis der modernen Forschung herangeführt werden sowie Grundkenntnisse im Umgang mit dem genetischen Modellsystem Zebrafisch erlernen.

## **Lerninhalte**

In diesem Modul werden wichtige Grundlagen der Entwicklungsbiologie behandelt. Dabei werden Schwerpunkte auf die Prinzipien der Entwicklung bei Wirbeltieren gesetzt, die anhand der Ergebnisse klassischer und moderner Experimente vorgestellt werden. Die Vorlesung führt ein in die Themen Keimzellen, Befruchtung und frühe Embryogenese; Molekulare Signale der Gastrulation; Stammzellen und Zelldifferenzierung; Mechanismen der Regeneration nach Amputation; Entwicklung des Nervensystems; Molekulare Ursachen von Links-Rechts Asymmetrie; Genetische Defekte der Gliedmaßen; Die molekularen Mechanismen morphologischer Evolution der Tiere. Im Seminar werden ausgewählte Themen der Vorlesung durch das Erarbeiten und die Präsentation von Fachliteratur vertieft. Einen zweiten Schwerpunkt bildet die Einführung in klassische und moderne genetische Methoden, die in der Entwicklungsgenetik, speziell beim „Zebrafisch“ (Zebraquärling; *Danio rerio*) wichtige Rollen spielen. Dazu zählen Mutagenese-Screens, in situ-Hybridisierungen, antisense-Methoden, die Herstellung transgener Tiere und die Nutzung fortschrittlicher genetischer Tricks zur zellspezifischen Expression beliebiger Gene (z.B. Cre-Lox Rekombination, Gal4-UAS Systeme). Im praktischen Teil (Blockpraktikum) wird die in situ-Hybridisierung an Embryonen des Zebrafischs erlernt, die histologische Färbung von Knochen- und Knorpelskeletten verschiedener Entwicklungsstadien, sowie die Manipulation der Entwicklung mit Inhibitoren und Aktivatoren spezifischer zellulärer Signalwege in der Entwicklung (chemical genetics).

## **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (5 SWS) und Seminar (2 SWS). Sprache: Deutsch (Vorlesung) und Englisch (Seminar/Praktikumsskript), Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

## **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Allgemeiner Biologie, Biochemie, Molekularbiologie und Genetik.

## **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung über Vorlesung, Seminar und Praktikum (Gewichtung 5 LP), Seminarvortrag (2 LP), Arbeitsbericht (2 LP).

**Studentischer Arbeitsaufwand**

9 SWS Lehrveranstaltungen (135 Stunden), 60 Stunden Vor- und Nachbereitung, 45 Stunden begleitendes Selbststudium und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung, insgesamt 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## **Eukaryontengenetik**

*Genetics of Eukaryotes*

(Modulverantwortliche Organisation: Genetik)

### **Lernziele**

Den Studierenden sollen vertiefte Kenntnisse der Genetik, insbesondere von einfachen und höheren Eukaryonten (Hefe, *Drosophila*, *Caenorhabditis*) vermittelt werden. Durch ausgewählte Kapitel der Eukaryontengenetik sollen die Studierenden an die Theorie und Praxis der modernen genetischen Forschung herangeführt werden.

### **Lerninhalte**

Es wird eine Vielzahl von methodischen Ansätzen der modernen und klassischen Genetik vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf den Modellorganismus *Drosophila melanogaster* gerichtet. Ausgewählte Kapitel der Entwicklungsgenetik, der Verhaltensgenetik sowie Modellsysteme für neurodegenerative Erkrankungen des Menschen werden am Beispiel *Drosophila* behandelt. Weiterhin wird die Bedeutung der Chromatinstruktur sowie das Konzept der Epigenetik erläutert. Spezialthemen stellen die Genregulation durch alternatives Spleißen, die Dosiskompensation X-chromosomaler Gene sowie die Analyse und Struktur des humanen Genoms dar. Im parallel durchgeführten Seminar werden Vorlesungsthemen durch Diskussion wegbergender sowie aktueller Forschungsarbeiten ergänzt. Im dreiwöchigen Blockpraktikum werden Vorlesungs- und Seminarthemen mit Hilfe von Experimenten der klassischen und molekularen Genetik in erster Linie mit *Drosophila* und Hefen vertieft und wichtige Methoden erlernt (Segregationsanalysen zur Transgenkartierung, in-situ-Hybridisierung, meiotische und mitotische Rekombination, Charakterisierung von Überexpressionsphänotypen, Präparation von Imaginalscheiben, Immunfluoreszenz).

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (5 SWS als Block).

### **Teilnahmevoraussetzung**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Allgemeine Genetik* im Bachelorstudiengang Biologie oder Biochemie bzw. Nachweis äquivalenter Leistungen. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn das Modul *Eukaryontengenetik* im Bachelorstudiengang Biochemie oder Biologie nicht belegt wurde. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Leistungsnachweis**

Klausur oder mündliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar und Praktikum (Gewichtung 5 LP); Vortragsleistung im Seminar (Gewichtung 2 LP) benotetes Protokoll zum Praktikum (Gewichtung 2 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Zellbiologie: Funktion und Biogenese von Zellorganellen**

*Cell biology: Function and biogenesis of cell organelles*  
(Modulverantwortliche Organisation: Zellbiologie)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der Funktionsweise eukaryontischer Zellen erwerben und mit aktuellen Entwicklungen und Methoden der zellbiologischen Forschung vertraut gemacht werden.

### **Lerninhalte**

Die allgemeinen Prinzipien der Biogenese von Zellorganellen und die spezielle Biologie der wichtigsten Organellen sind Gegenstand der Vorlesung. Dabei wird das Prinzip der Kompartimentierung im Zusammenhang mit der evolutionsgeschichtlichen Entstehung von eukaryontischen Zellen erläutert, und es werden allgemeine Mechanismen des Aufbaus und der Vererbung von Zellorganellen diskutiert. Biogenese und Funktionsweise der wichtigsten Organellen werden detailliert dargestellt, wobei an ausgewählten Beispielen wichtige zellbiologische Methoden vorgestellt werden. Im Praktikum werden Funktion und Biogenese von Mitochondrien mit dem Modellorganismus Bäckerhefe untersucht. Dabei bekommen die Studierenden eine Reihe von Mutanten mit mitochondrialen Defekten, die sie über verschiedene Methoden untersuchen (genetische Tests, Isolierung von Zellorganellen, Messung von Enzymaktivitäten, Fluoreszenzmikroskopie und Elektronenmikroskopie). Am Ende des Praktikums sollen sie mit den erarbeiteten Ergebnissen ein Bild der Defekte in den untersuchten Mutanten entwickeln. Im Seminar werden aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zur Biologie der Mitochondrien diskutiert. Dadurch wird eine Vertiefung des Vorlesungsstoffs und des Praktikumsinhalts erreicht. Insbesondere soll das Konzept der Erforschung grundlegender zellulärer Prozesse mit geeigneten Modellorganismen verdeutlicht werden, und aktuelle Entwicklungen der zellbiologischen Methodik sollen dargestellt werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (5 SWS) und Seminar (2 SWS). Praktikum und Seminar finden als 3-wöchige Blockveranstaltung statt. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Zellbiologie werden empfohlen. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn es nicht bereits im Bachelorstudium absolviert wurde. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Leistungsnachweis**

Klausur oder mündliche Prüfung (Gewichtung 3 LP), benoteter Seminarvortrag (Gewichtung 3 LP) und benotetes Protokoll (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9



# **Immunologie**

## *Immunology*

(Modulverantwortliche Organisation: Molekulare Parasitologie)

Mit Beiträgen von: Prof. S. Clemens, Dr. O. Otti (alle Uni Bayreuth), Prof. H. Rupprecht, Prof. A. Kiani, Dr. K.-P. Peters (alle Klinikum Bayreuth)

### **Lernziele**

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der Grundlagen der Immunologie. Neben allgemeinen Grundlagen, die sich hauptsächlich auf das Immunsystem von Säugetieren beziehen wird auch die Diversität von Abwehrmechanismen gegen Pathogene am Beispiel von Insekten und Pflanzen erläutert. Ein wichtiger Aspekt des Curriculums ist die Einbeziehung angewandter und klinischer Immunologie. Dieser Bestandteil des Moduls wird von Ärzten des Klinikums Bayreuth unterrichtet, die in den Bereichen klinische Immunologie, Hämatologie, Onkologie und Allergologie tätig sind.

Im Praktikum werden aktuelle molekulare Arbeitstechniken, die in der Immunologie angewendet werden, erlernt. Allgemeine (transferierbare) Lernziele dieses Moduls sind die Erfassung relevanter wissenschaftlicher Literatur, die Ausarbeitung eines strukturierten Vortrags und die Analyse und Interpretation von experimentellen Daten.

### **Lerninhalte**

*Vorlesung:* Das Ziel dieses Moduls ist die Vermittlung von Grundlagen der Immunologie sowie eine Einführung in Aspekte der klinischen Immunologie. Schwerpunkt ist die Immunantwort des Menschen, es werden aber auch Aspekte der Immunität anderer Organismen eingeschlossen.

- Unspezifische und adaptive Immunität
- Humorale und zelluläre Immunität
- Molekulare Grundlagen (Antikörpervielfalt, T-Zell Rezeptor Reservoir)
- Immunmechanismen von Insekten und Pflanzen, Evolution des Immunsystems
- Klinische Immunologie
  - Autoimmunerkrankungen, Erkrankungen des Komplementsystems
  - Transplantationsimmunologie, Immuntherapie bei Krebs
  - Allergologie, Psoriasis

*Seminar:* Referate der Studenten zu speziellen Themen der Immunologie. Das 30-minütige Referat wird Original- und Übersichtsliteratur (in Englisch) als Grundlage haben. Eine anschließende Diskussion ist Teil des Seminars. Der Vortrag kann wahlweise in Englisch oder Deutsch gehalten werden. Präsentationsmedium ist Powerpoint.

*Praktikum:*

- Immunoaffinitätsreinigung, Immunofluoreszenzmikroskopie & ELISA
- Reinigung und Charakterisierung von monoklonalen Antikörpern
- Blutanalyse (Giemsa Färbung, Hämatokritwertbestimmung)
- Isolierung & Proliferationsbestimmung von murinen mononukl. Zellen aus der Milz
- Untersuchung der Phagozytoseaktivität peritonealer Makrophagen

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (5 SWS). Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

keine

**Leistungsnachweis**

Klausur zu Vorlesung (Gewichtung 4 LP); Vortragsleistung im Seminar (Gewichtung 2,5 LP)  
benotetes Protokoll zum Praktikum (Gewichtung 2,5 LP).

**Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung;  
Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## ***Instrumentelle Bioanalytik und Lebensmittelanalytik***

*Instrumental bioanalytics and food analysis*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioanalytik und Lebensmittelanalytik)

### **Lernziele**

Die Studierenden erwerben tiefere theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrung in der Anwendung und Auswertung instrumenteller Analyseverfahren. Neben experimentellen Fähigkeiten soll vor allem ein Verständnis für die Komplexität moderner Analyseergebnisse vermittelt werden und ein kritischer Umgang sowohl mit eigenen Ergebnissen als auch mit Literaturstudien angeregt werden.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung führt in weitere Aspekte der instrumentellen Analytik ein. Aus methodischer Sicht liegt der Schwerpunkt vor allem auf der Massenspektrometrie und der Raman-Spektroskopie. Der Fokus liegt dabei auf der Analyse „kleiner Moleküle“ wie z. B. Metabolite, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Peptide und pharmazeutische Wirkstoffe. Als Anwendungsbeispiele dienen Themen aus der Lebensmittelanalytik sowie biomedizinische Fragestellungen. Insbesondere werden auch bildgebende Verfahren sowie „in situ“-Methoden, die eine schnelle Analyse mit minimaler Probenvorbereitung erlauben, behandelt.

Im Seminar werden Vorlesungs- und Praktikumsthemen an Hand der aktuellen Forschungsliteratur ausführlich diskutiert und die erworbenen Kenntnisse vertieft.

Im Praktikum werden Themen aus der Vorlesung in kleinen Gruppen bearbeitet. Dabei werden sowohl die Probenvorbereitung und die experimentelle Durchführung als auch die Auswertung und Interpretation der Messdaten behandelt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS) im Wintersemester, Seminar (2 SWS) und Praktikum (5 SWS) nach der Vorlesungszeit als Block.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in analytischer Chemie und Kenntnis instrumenteller Verfahren in der Biochemie.

### **Leistungsnachweis**

Klausur zur Vorlesung (3 LP), benoteter Seminarvortrag (3 LP) und benotetes Protokoll zum Praktikum (3 LP )

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

9 SWS Lehrveranstaltungen (135 Stunden), 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung, insgesamt 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Funktionelle Mikrobiomforschung**

*Functional microbiome research*

(Modulverantwortliche Organisation: Ökologische Mikrobiologie)

### **Lernziele**

Mikrobiome sind in der Umwelt des Menschen, ebenso wie in uns Menschen selbst, mit vielen wichtigen Funktionen verknüpft. Gleichzeitig haben sich durch die rasante Entwicklung molekularer Technologien in der letzten Dekade völlig neue Forschungsansätze in der modernen Mikrobiomforschung ergeben, die unseren Zugang zu komplexen mikrobiellen Lebensgemeinschaften revolutioniert haben. Dieses Modul vermittelt ein umfassendes Verständnis (i) des methodischen Repertoires und (ii) der wichtigsten Forschungsfelder der modernen Mikrobiomforschung in den Umwelt-, Agrar- und Lebenswissenschaften. Studierende erhalten die Kompetenz, Fragestellungen der funktionellen Mikrobiomforschung in ihrer weiteren Studien- und Forschungsaktivität eigenständig zu bearbeiten.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung wird den Studierenden ein umfassendes Verständnis der Methoden und Ansätze der funktionellen Mikrobiomforschung vermittelt. Moderne Hochdurchsatz-Technologien der Metagenomik und -Transkriptomik, Proteomik und Metabolomik werden ebenso erläutert wie funktionelle Markierungsansätze mit stabilen Isotopen und anderen molekularen und zellulären Markern. Wichtige Anwendungsfelder der modernen Mikrobiomforschung in terrestrischen und marinen Habitaten, Mikroben-Wirts Interaktionen in Pflanzen, Invertebraten und Vertebraten (inkl. des humanen Mikrobioms), sowie biotechnologische Aspekte der Mikrobiomforschung werden vorgestellt. Im Seminar werden diese Themen anhand von ausgewählten Originalarbeiten diskutiert und vertieft.

In den Übungen werden ausgewählte Struktur-Funktionsbeziehungen innerhalb komplexer Mikrobiome mittels stabilisotopischer Markierung in Kombination mit moderner Hochdurchsatz-Sequenzierung und anderen molekularen und bildgebenden Verfahren gemeinsam erarbeitet. Die gewonnenen qualitativen und quantitativen Daten sollen interaktiv ausgewertet und hypothesenbasiert hinterfragt werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (1 SWS), Übungen (6 SWS) als Block. Die Unterrichtssprache ist Deutsch oder Englisch, nach Absprache. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird in der Regel im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Gute theoretische und praktische Kenntnisse in der Mikrobiologie, Ökologie, Biochemie und Molekularbiologie werden empfohlen. Wenn möglich, soll das Modul in Kombination mit dem Modul „Molekulare Aquatische Umweltmikrobiologie“ belegt werden.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung (4 LP), Seminarvortrag (2 LP) und Protokolle zu den Übungen (3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare aquatische Umweltmikrobiologie**

*Molecular aquatic environmental microbiology*

(Modulverantwortliche Organisation: Ökologische Mikrobiologie)

### **Lernziele**

Mikroorganismen sind in der Umwelt zentral an der Steuerung wichtiger biogeochemischer Prozesse und Ökosystemdienstleistungen beteiligt. Am Beispiel des terrestrischen Wasserkreislaufs vermittelt das Modul ein umfassendes Verständnis der Mikrobiologie solcher Prozesse, sowie deren molekularbiologischer und biochemischer Grundlagen. Mikrobiologische Aspekte der chemischen und hygienischen Wasserqualität, der nachhaltigen Nutzung und der (Bio-)Technologie von Wasserressourcen werden gemeinsam erarbeitet. Die Biochemie des Abbaus wichtiger Wasserschadstoffe, sowie der molekularen umweltmikrobiologischen Analytik werden erlernt. Ökologische Konzepte, die zu einem besseren Verständnis aquatischer mikrobieller Gemeinschaften und Systeme beitragen, werden vorgestellt.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung wird den Studierenden ein umfassendes Verständnis der Physiologie, Biochemie und Ökologie der Mikroorganismen in terrestrischen aquatischen Habitaten vermittelt. Ausgewählte Ökosysteme werden aus mikrobiologischer Perspektive vorgestellt, wie z.B. Oberflächengewässer, Grundwasser, Trink- und Abwasser. Verschiedene aerobe und anaerobe, autotrophe und heterotrophe mikrobielle Lebensweisen, die für die Wasserqualität relevant sind, werden vorgestellt. Wichtige organische und anorganische Schadstoffklassen, sowie deren Umsetzung durch Mikroorganismen werden physiologisch, biochemisch und thermodynamisch dargelegt. Möglichkeiten der Nutzung und Steuerung mikrobieller Aktivitäten in aquatischen Systemen, so z.B. in der Abwasserbehandlung oder der Bioremediation, werden diskutiert. Im Seminar werden diese Themen anhand von ausgewählten Originalarbeiten vertieft.

In den Übungen wird das komplexe Zusammenspiel mikrobieller, redoxchemischer, hydrologischer und ökologischer Faktoren in aquatischen Systemen anhand ausgewählter Mikroben und Physiologien gemeinsam erarbeitet. Dabei kommen moderne Methoden der biogeochemischen Analytik der Umweltmikrobiologie und Nukleinsäureanalytik zum Einsatz. Die gewonnenen qualitativen und quantitativen Daten sollen interaktiv ausgewertet und hypothesenbasiert hinterfragt werden.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (1 SWS), Übungen (6 SWS) als Block. Die Unterrichtssprache ist Englisch oder Deutsch, nach Absprache. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird in der Regel im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Theoretische und praktische Grundkenntnisse in Mikrobiologie, Mikrobieller Ökologie, Biochemie und Molekularbiologie werden empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung (4 LP), Seminarvortrag (2 LP) und Protokolle zu den Übungen (3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare Mechanismen der Anpassung von Pflanzen**

*Molecular mechanisms of adaptation in plants*

(Modulverantwortliche Organisation: Pflanzenphysiologie)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der Mechanismen erlangen, die Pflanzen ermöglichen, dynamisch auf Umweltveränderungen zu reagieren. Insbesondere sollen hier Fragen der Stressphysiologie behandelt werden. Zudem soll unser aktueller Erkenntnisstand zur molekularen Physiologie und Evolution von Pflanzen auf natürlich oder anthropogenbedingten Extremstandorten vermittelt werden.

### **Lerninhalte**

Molekulare Mechanismen der pflanzlichen Stressantwort bilden einen Schwerpunkt der Vorlesung. Die pflanzliche Plastizität basiert auf Signalperzeption, –transduktion und –integration. Diese ermöglichen schließlich dynamische stoffwechsel- und entwicklungsphysiologische Anpassungen. Sowohl biotische als auch abiotische Umweltfaktoren werden dabei betrachtet. Ein zweites wesentliches Anliegen der Vorlesung betrifft die Frage der Evolution von Anpassungsleistungen. Selbst nah verwandte Pflanzenarten besiedeln eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Habitate. Vergleichende Genomik und Methoden der funktionellen Genomik erlauben inzwischen, die Frage nach zugrundeliegenden molekularen Mechanismen zu stellen. Im Praktikum werden Versuche zur Stressantwort vor allem im Modellsystem *Arabidopsis thaliana* durchgeführt. Schnelle Antworten auf ungünstige Umweltbedingungen sollen in Wildtyppflanzen und ausgewählten Mutanten auf der Ebene von Transkripten, Proteinen und Metaboliten verfolgt werden. Zudem sollen vergleichende Experimente mit *A. thaliana*-Verwandten wie *Arabidopsis halleri* oder *Thellungiella halophila* die Mechanismen der Anpassung dieser Arten an Extremstandorte verdeutlichen. Im Seminar werden aktuelle wissenschaftliche Originalarbeiten diskutiert, die sich mit molekularen Aspekten der Stressantwort sowie der Anpassung und Evolution von Pflanzen beschäftigen. Dadurch wird eine Vertiefung des Vorlesungsstoffs und des Praktikumsinhalts erreicht. Insbesondere soll das Konzept der Erforschung grundlegender Prozesse im Modellsystem *Arabidopsis thaliana* und seiner Verwandten verdeutlicht werden. Weiterhin sollen aktuelle Entwicklungen der pflanzenphysiologischen und pflanzen genetischen Methodik in Bezug auf Anpassungsleistungen diskutiert werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (5 SWS). Praktikum und Seminar finden als 3-wöchige Blockveranstaltung statt. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in der Molekularbiologie, Genetik & Pflanzenphysiologie werden empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 6 LP), benoteter Seminarvortrag (Gewichtung 1,5 LP) und benotete Protokolle zu den Praktikumsaufgaben (Gewichtung 1,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare Pflanzenphysiologie**

*Molecular plant physiology*

(Modulverantwortliche Organisation: Pflanzenphysiologie)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der besonderen Bedingungen und Leistungen der pflanzlichen Physiologie (z.B. Plastizität von Entwicklung und Metabolismus) erwerben. Dabei sollen wichtige Konzepte der molekularen Erforschung von Pflanzen vermittelt werden. Gleichzeitig soll der Blick der Studierenden für die möglichen biotechnologischen Anwendungen von Erkenntnissen der molekularen Pflanzenphysiologie geschärft werden.

### **Lerninhalte**

Zentrales Anliegen der Vorlesung ist die Vermittlung von Entwicklung und aktuellem Forschungsstand der molekularen Pflanzenphysiologie. Die Fokussierung auf wenige Modellsysteme und insbesondere *Arabidopsis thaliana* hat die Pflanzenphysiologie revolutioniert. Dies soll durch die Betrachtung von Entwicklungsphysiologie, Stoffwechselphysiologie, und molekularer Pflanzengenetik verdeutlicht werden. Moderne *Functional Genomics*-Ansätze sollen ebenfalls vermittelt werden. Im Praktikum werden Versuche zur Plastizität der pflanzlichen Entwicklung und zur Dynamik des pflanzlichen Stoffwechsels durchgeführt. Trainiert werden sollen dabei wichtige methodische Ansätze wie etwa chromatographische und enzymatische Analytik pflanzlicher Metabolite (DC, HPLC und GC-MS), funktionelle Charakterisierung pflanzlicher Proteine durch heterologe Expression, Genexpressionsstudien, Reportergen-Analysen, die Kartierung von Genloci mittels molekularer Marker oder physiologische Assays. Im Seminar werden aktuelle wissenschaftliche Originalarbeiten aus dem Bereich der molekularen Pflanzenphysiologie diskutiert. Dadurch wird eine Vertiefung des Vorlesungsstoffs und des Praktikumsinhalts erreicht. Insbesondere soll das Konzept der Erforschung grundlegender Prozesse am Modellsystem *Arabidopsis thaliana* verdeutlicht werden. In diesem Kontext soll auch die Entwicklung von *Functional Genomics*-Methoden und systembiologischen Ansätzen diskutiert werden.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (5 SWS) und Seminar (2 SWS). Praktikum und Seminar finden als 3-wöchige Blockveranstaltung statt. Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in der Molekularbiologie und Biochemie der Pflanzen werden empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Klausur (Gewichtung 6 LP), benoteter Seminarvortrag (Gewichtung 1,5 LP) und benotetes Protokoll (Gewichtung 1,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare und Medizinische Parasitologie**

*Molecular and medical parasitology*

(Modulverantwortliche Organisation: Molekulare Parasitologie)

### **Lernziele**

Parasitäre Erkrankungen und Infektionserkrankungen sind, bis auf wenige Ausnahmen (HIV) nicht im Wahrnehmungsbereich westlicher und reicher Gesellschaften. Daher ist ein Lernziel die Vermittlung der globalen Bedeutung solcher Erkrankungen im aktuellen und im historischen Kontext. Parasiten bieten interessante Beispiele für Anpassungen an komplexe Lebensbedingungen, z.B. in der Auseinandersetzung mit dem Immunsystem des Wirtes. Solche Anpassungen spiegeln sich in zellbiologischen und biochemischen Phänomenen wieder, die oft erheblich von den Standard-Lehrbuchinhalten abweichen. Daher ist das Studium der Parasitologie geeignet um die Diversität von Lebensformen exemplarisch darzustellen. Im Praktikum werden aktuelle molekulare Arbeitstechniken, die in der Parasitologie angewendet werden, erlernt. Allgemeine (transferierbare) Lernziele dieses Moduls sind die Erfassung relevanter wissenschaftlicher Literatur, die Ausarbeitung eines strukturierten Vortrags und die Analyse und Interpretation von experimentellen Daten.

### **Lerninhalte**

*Vorlesung:* Einführung in die Biologie von humanmedizinisch relevanten Parasiten. Klassische Aspekte der Parasitologie (Morphologie, Lebenszyklen), die molekularen Grundlagen der Parasitenbiologie in Bezug auf Pathogenese und Wirt-Parasit-Beziehung und angewandte Aspekte, wie Parasiten- und Vektorkontrolle sowie medizinische Aspekte, werden behandelt. Themenbereiche des Moduls sind:

- Biologie einer Auswahl der wichtigsten humanpathogenen Parasiten (z.B. Malaria)
- Biologie der Übertragung/Vektorbiologie
- Evolution der Wirt-Parasit Interaktion
- Chemotherapie und Kontrolle von parasitären Infektionen
- Soziale und ökonomische Aspekte von Infektionskrankheiten
- Molekulare und Biochemische Aspekte der Wirt-Parasit Interaktion

*Seminar:* Referate der Studenten zu speziellen Themen der Parasitologie. Schwerpunkt werden molekulare Aspekte sein.

*Praktikum:* Anwendungen zell- und molekularbiologischer Techniken in der Parasitologie.

- Assays zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medikamenten
- Differentielle Genexpression in unterschiedlichen Lebenszyklusstadien von Parasiten
- RNA Interferenz als Werkzeug um Proteinfunktionen zu charakterisieren
- In situ DNA Hybridisierung zur Analyse der Mitose in Parasiten
- Immunfluoreszenzmikroskopie zur subzellulären Strukturanalyse

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS), Praktikum (5 SWS), Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Genetik und Zellbiologie

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung über Vorlesung, Seminar und Praktikum (Gewichtung 4 LP), Seminarvortrag (Gewichtung 3 LP), Arbeitsbericht zum Praktikum (Gewichtung 2 LP)



**Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung,  
Gesamtaufwand 270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare und angewandte Mikrobiologie**

*Molecular and applied microbiology*

(Modulverantwortliche Organisation: Mikrobiologie)

### **Lernziele**

Vertieftes Verständnis der Grundlagen der molekularen Mikrobiologie und Genetik, der prokaryontischen Stoffwechselvielfalt und genetischen Regulation, Signaltransduktion, Synthese biologischer Makromoleküle, Motilität, Grundlagen der genomischen und metagenomischen Analyse von Bakterien und der mikrobiellen Zellstruktur. Dabei werden die Studierenden mit aktuellen Entwicklungen und Methoden der mikrobiologischen Forschung vertraut gemacht.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung *Molekulare Mikrobiologie* führt ein in erweiterte Aspekte der molekularen Mikrobiologie, dies sind insbesondere: Grundlagen der bakteriellen Molekulargenetik, der genetischen Regulation und Signaltransduktion sowie der mikrobiellen Zellbiologie.

Im Praktikum *Molekulare und metabolische Vielfalt der Mikroorganismen* werden erweiterte Aspekte der molekularen Mikrobiologie anhand biotechnologisch und ökologisch relevanter Mikroorganismen untersucht. Im Fokus der Experimente stehen Anreicherung, Isolierung und Kultivierung anspruchsvoller Mikroorganismen wie z. B. mariner Leuchtbakterien, magnetotaktischer Bakterien und fruchtkörperbildender Myxobakterien. Mit diesen und weiteren Mikroorganismen werden verschiedene Arten der bakteriellen Motilität und Signaltransduktion (Chemo-, Aero- und Magnetotaxis) sowie ausgewählte Stoffwechselleistungen analysiert. Darüber hinaus werden biotechnologisch relevante bakterielle Speicherstoffe und Zellorganellen isoliert und analysiert. Dabei kommen anspruchsvolle physiologische, molekulargenetische und mikroskopische Methoden zur Anwendung.

Im Projektseminar werden Vorlesungs- und Praktikumsthemen sowie die verwendeten experimentellen Methoden anhand der aktuellen Forschungsliteratur ausführlich diskutiert und die erworbenen Kenntnisse vertieft.

### **Lehrformen und –zeiten**

2 SWS Vorlesung, 2 SWS Seminar, 5 SWS Praktikum. Das Modul wird nicht regelmäßig angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Voraussetzung ist die bestandene Prüfung im Grundmodul „*Allgemeine Mikrobiologie*“ oder anerkannte vergleichbare Leistungen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (4 LP), benoteter Seminarvortrag (2 LP) und benotetes Protokoll (3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

9 SWS Lehrveranstaltungen (135 Stunden), 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung, insgesamt 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Molekulare Mikrobiologie und prokaryontische Zellbiologie**

*Molecular microbiology and prokaryotic cell biology*  
(Modulverantwortliche Organisation: Mikrobiologie)

### **Lernziele**

Vertieftes Verständnis der molekularen Funktionsweise und Struktur von prokaryontischen Zellen, insbesondere die Steuerung von komplexen zellulären Prozessen und Phänomenen wie des Zellzyklus und der bakteriellen Differenzierung sowie Grundlagen der genetischen Analyse und Manipulation von Bakterien. Dabei werden die Studierenden mit aktuellen Entwicklungen und Methoden der mikrobiologischen Forschung vertraut gemacht.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung stellt fortgeschrittene Aspekte der molekularen Mikrobiologie vor, dies sind insbesondere: Prinzipien der bakteriellen Molekulargenetik und genetischen Analyse, prokaryontischer Zellzyklus und Differenzierung, mikrobielle Zellbiologie, Grundlagen der synthetischen Mikrobiologie.

Im Praktikum werden erweiterte Aspekte der molekularen Mikrobiologie wie z. B. prokaryontische Zellorganellen sowie der Zellzyklus und die Motilität von ausgewählten Modellorganismen untersucht. Dazu kommen moderne molekulargenetische Methoden wie Transposonmutagenese, die genetische Markierung von Proteinen, die Produktion und Reinigung von rekombinanten Proteinen sowie Fluoreszenz- und Elektronenmikroskopie zur Anwendung.

Im Seminar werden Vorlesungs- und Praktikumsthemen sowie die verwendeten experimentellen Methoden anhand der aktuellen Forschungsliteratur ausführlich diskutiert und die erworbenen Kenntnisse vertieft.

### **Lehrformen und -zeiten**

Die Veranstaltung besteht aus einer Vorlesung (2 SWS), einem Seminar (2 SWS, praktikumsbegleitend als Block) und einem Praktikum (5 SWS als Block). Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Modulen „Allgemeine Mikrobiologie“ und „Molekulare und angewandte Mikrobiologie“ bzw. der Nachweis äquivalenter Leistungen.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 4 LP), benoteter Seminarvortrag (Gewichtung 2 LP) und benotetes Protokoll oder Präsentation zum Praktikum (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

9 SWS Lehrveranstaltungen (135 Stunden), 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung, insgesamt 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Neurobiologie**

*Neurobiology*

(Modulverantwortliche Organisation: Tierphysiologie)

### **Lernziele**

Das Modul gibt einen Überblick über grundlegende Konzepte der Neurobiologie mit einer ausführlichen Darlegung der experimentellen Ansätze. So werden Ansätze wie die 'Spannungsklammer', verschiedene Patch-clamp-Techniken (zur Kanalcharakterisierung), die Analyse von lebenden Hirnschnitten, Experimente an lebenden Hirnen und moderne optische Methoden zur Analyse von Nervenschaltungen vorgestellt.

### **Lerninhalte**

#### Vorlesung

Die Vorlesung soll einen guten Überblick überspannende Fragen der Neurobiologie bringen und das Verständnis von modernen neurobiologischen Techniken vermitteln, die in verschiedenen Bereichen der Lebenswissenschaften mit Gewinn eingesetzt werden können.

#### Seminar

Das Seminar wird als 'Journal Club' durchgeführt und vertieft die Themen der Vorlesung. Dazu sollen die einzelnen Themen anhand ausgewählter Originalarbeiten (englisch!) erarbeitet werden. Je ein(e) Teilnehmer(in) stellt eine Arbeit vor, aber alle Teilnehmer bekommen alle Arbeiten. Die gemeinsame Diskussion ist wichtiger Bestandteil des Seminars.

#### Praktikum

Das Praktikum besteht aus zwei Teilen: (a) Einem Teil in dem wir Computersimulationen durchführen, die zur Interpretation und zum Verständnis tatsächlicher Messungen sehr hilfreich sind. (b) Einem kleinen Projekt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (5 SWS als Block). Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in der Tierphysiologie werden dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Klausur zu Vorlesung, Seminar und Praktikum (Gewichtung 3 LP), Vortragsleistung und Teilnahme im Seminar (Gewichtung 3 LP), benotetes Protokoll zum Praktikum (Gewichtung 3 LP)

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Nukleinsäureanalytische Methoden**

*Nucleic acid analytical methods*

(Modulverantwortliche Organisation: Genomanalytik & Bioinformatik)

### **Lernziele**

Ziel dieses Moduls ist es, einen Überblick über die verschiedenen Analysemethoden in der Genomforschung zu erhalten und deren Einsatz in verschiedenen Forschungsgebieten der molekularen Ökologie oder der molekularen Physiologie aufzuzeigen. An zwei Beispielen sollen Verfahren zur Genotypisierung und zur Transkriptomanalyse angewendet und mit bioinformatischen Verfahren ausgewertet werden.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung werden verschiedene Methoden in der molekularen Biodiversitätsforschung, der Genotypisierung und der Genomanalyse vorgestellt. Dazu gehören Fingerprinting, DNA-Barcoding sowie Metagenom-, Metatranskriptom-Analysen. Des Weiteren werden Verfahren zur Transkriptom- und Genom-Analyse, sowie genomische bzw. epigenetische Regulationsmechanismen erläutert. An Hand von Beispielen wird dargelegt, wie diese Methoden zur Erforschung von Organismen bzw. Organismengemeinschaften und deren funktionellen Anpassung z.B. an verschiedene Entwicklungsstadien oder sich verändernde Umweltbedingungen eingesetzt werden können.

Im Praktikum werden zum einen Verfahren zur genetischen Charakterisierung von Organismen bzw. Organismengemeinschaften angewendet, um die Identität und die Zusammensetzung von Organismen (z.B. Varietäten oder mikrobielle Gemeinschaften) zu erfassen. Zum anderen werden Methoden zur Genexpressionsanalyse eingesetzt, um die transkriptionelle Antworten von Organismen auf sich verändernde Bedingungen zu analysieren.

In der Übung werden spezielle Bioinformatik-Anwendungen verwendet, um die im Praktikum gewonnenen Daten detailliert auszuwerten. Zusätzlich werden online-Portale für Genom- oder Metagenom-Datenbanken genutzt, um die in großer Menge bereits veröffentlichten Analysedaten aus ähnlichen Experimenten mit in die Auswertung mit einzubeziehen.

Die Experimente und Ergebnisse werden in einer schriftlichen Abschlussarbeit präsentiert und diskutiert.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (4 SWS), und Übung (3 SWS). Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in molekularer Biologie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Klausur über die Vorlesung (5 LP), schriftlicher Abschlussbericht (4 LP)

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Biologie des Alterns**

*Biology of ageing*

(Modulverantwortliche Organisation: Zellbiologie)

### **Lernziele**

Den Studierenden soll ein vertieftes Verständnis der molekularen Biologie und zellulären Pathologie des Alterns vermittelt werden. Der Fokus liegt auf den zellbiologischen Grundlagen und der organismischen Ausprägung des Alterns sowie altersassoziierter Erkrankungen. Darüber hinaus werden medizinische und pharmakologische Ansätze diskutiert, die zum gesünderen Altern bzw. zur Verlängerung der Lebensspanne vorgeschlagen wurden. Ferner sollen die Studierenden mit aktuellen theoretischen und praktischen Aspekten der Erforschung von Alterungsprozessen vertraut gemacht werden.

### **Lerninhalte**

In diesem Modul werden die molekularen Grundlagen und zellulären sowie organismischen Konsequenzen des Alterns behandelt.

Die Vorlesung soll einen Überblick über die spannende und komplexe Biologie des zellulären und organismischen Alterns vermitteln. Dafür werden verschiedene Theorien über die molekularen Grundlagen des Alterungsprozesses vorgestellt und diskutiert. Besonderes Augenmerk wird hier auf die zugrundeliegenden biochemischen und zellbiologischen Prozesse gelegt. Ein weiterer Schwerpunkt sind die molekularen Grundlagen und Konsequenzen von zellulärem Stress sowie deren Relevanz für das Altern. Der dritte Themenkomplex, der behandelt wird, ist das organismische Altern. Dies beinhaltet altersassozierte Erkrankungen, deren Therapiemöglichkeiten und Ansätze zur Verlängerung der Lebensdauer (z.B. *calorie restriction*, *alternate day fasting*, Coenzym Q Supplementation). Wichtige Themen der Vorlesung sowie darüberhinausgehende Fragestellungen werden in der Übung mit den Studierenden erarbeitet, reflektiert und diskutiert.

Im Praktikum werden die Studierenden an praktische Aspekte der Erforschung von zellulärem Stress und Alterungsprozessen herangeführt. Dazu kommen wichtige moderne zellbiologische Methoden zum Einsatz. Als Modellorganismus dient hierbei die Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*.

Im Seminar präsentieren und diskutieren die Studierenden aktuelle bahnbrechende Forschungs- und Übersichtsartikel der englischsprachigen Fachliteratur. Die behandelten Themen orientieren sich am Inhalt der Vorlesung und des Praktikums und ergänzen diese.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Praktikum (4 SWS), Seminar (2 SWS) und Übung (1 SWS). Praktikum und Seminar finden als Blockveranstaltung statt. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen. Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Zellbiologie werden empfohlen. Das Modul kann nur gewählt werden, wenn es nicht bereits im Bachelorstudium absolviert wurde.

### **Leistungsnachweis**

Klausur oder mündliche Prüfung zur Vorlesung (3 LP), benoteter Seminarvortrag (3 LP) und benotetes Protokoll zum Praktikum (3 LP).

**Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 135 Stunden Vor- und Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung;  
Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## ***The CRISPR/Cas-Revolution of Precise Genome Editing***

Modulverantwortliche Organisation: Genetik

Dozenten: G. Begemann, K. Ersfeld, S. Heidmann, C. Kuhn, A. Möglich, A. Mustroph, O. Stemmann

### **Lernziele**

Inwiefern hat CRISPR/Cas die gezielte Veränderung von Genomen revolutioniert? Wie hat man vor dieser Ära Genome editiert? Woher stammt CRISPR/Cas und was ist seine ursprüngliche biologische Bedeutung? Was für Weiterentwicklungen gibt es bereits, um die Effizienz und Spezifität von CRISPR/Cas noch zu erhöhen? Wie kann man CRISPR/Cas modifizieren, um damit auch andere Anwendungen wie z.B. Mutagenese, Transkriptionsregulation oder Fluoreszenzmarkierung bestimmter Genomabschnitte zu realisieren? Was für Möglichkeiten zeichnen sich für die rote und grüne Gentechnik ab, und was sind die hierbei zu beachtenden ethischen und sicherheitsrelevanten Bedenken?

Dieses rein englischsprachige Modul zeigt den aktuellen Wissensstand zu diesen und vielen weiteren zentralen Fragen bezüglich CRISPR/Cas auf.

### **Lerninhalte**

#### Vorlesungsinhalte

transgenesis and precise genome editing in 'the olden days'; zinc-finger nucleases and TALENs; the canonical function of CRISPR/Cas as an adaptive bacterial immune system; Cas9 *versus* Cas12a/Cpf1; molecular mechanisms and structural aspects of CRISPR/Cas; sgRNA *versus* tracrRNA+crRNA; NHEJ and knock-out *versus* HDR and knock-in; HDR template considerations; increasing specificity and preventing off-target effects (nickase, high-fidelity Cas9, FokI-dCas9, split Cas9, photoactivatable Cas9, etc.), increasing efficiency of gene replacement (positive and negative selection methods, Co-CRISPR, boosting HDR, inhibiting NHEJ, cell cycle effects); application specifics for various model systems (tissue culture, *Drosophila*, zebrafish, mouse); CRISPR/Cas-mediated precision plant breeding and its agricultural applications; emerging CRISPR–Cas genome editing technologies; non-canonical applications in basic research (dCas9-eGFP fusions, CRISPRi, transcriptional regulation, epigenome editing, EvolvR, gene drive), medical potential (correcting of disease-causing mutations in zygotes/embryos *versus* somatic cells, CRISPR/Cas and iPS in cell therapy), biological safety, ethical and regulatory issues (scarless genome editing, classification of CRISPR/Cas generated organisms as GMOs)

#### Journal club

Es werden Originalarbeiten ausgegeben, die von allen Teilnehmer\*innen gelesen und vorbereitet werden. Die Teilnehmer\*innen stellen reihum anhand der Abbildungen den Inhalt der Veröffentlichungen vor und erklären die zugrundeliegenden Methoden. Die gezeigten Daten und Ergebnisse werden von allen Teilnehmer\*innen kritisch diskutiert.

#### Praktikum

Alle vier 2er-Gruppen: Reinigung von bakteriell exprimierter Cas9 Endonuklease mittels Affinitäts- und Ionenaustauscherchromatographie; *in vitro*-Assemblierung von RNPs aus Cas9, tracrRNA und crRNA; *in vitro*-Spaltung von fluoreszenzmarkierter Ziel-DNA und Nachweis der Spaltung mittels PAGE; Bindung von dCas9-enthaltenden RNPs an markierte Ziel-DNA und Nachweis (auch der Bedeutung der PAM) über Anisotropie-Messung und Gelretardationstest (EMSA); *plasmid transformation interference assay* in *E. coli*; Teilgruppen: (A) Nukleofektion von humanen RPE1 Zellen, Selektion von *knock-in* Ereignissen über Co-CRISPR, Phänotyp-Analyse mittels *live-cell fluorescence microscopy*; (B) Mikroinjektion von Zebrafisch-Embryonen, Phänotyp-Analyse über Quantifizierung von Pigmentzellen; (C)



Identifizierung von Phänotypen nach CRISPR/Cas-induziertem knock-out ausgewählter Gene in *Drosophila melanogaster*; Isolierung genomischer DNA und Sequenzanalyse klonierter PCR-Amplifikate zur Identifizierung der NHEJ-basierten DNA-Läsionen; (D) CRISPR/Cas-induzierter *knock-out* ausgewählter Gene in Modellpflanzen (Arabidopsis, Tabak)

### **Lehrformen und –zeiten**

im SS: Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) u. Blockpraktikum (5 SWS). Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

für Studierende im MSc Biochemie und Molekulare Biologie

### **Leistungsnachweis**

Klausur zur Vorlesung (5 LP); Präsentations- und Diskussionsbeitrag im journal club (2 LP); Kurzvorträge über einzelne Praktikumsversuche (2 LP)

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Zellzyklus und Krebs**

*Cell cycle and cancer*

(Modulverantwortliche Organisation: Genetik)

### **Lernziele**

Wie werden bei der Vermehrung eukaryontischer Zellen die Chromosomen zunächst identisch verdoppelt und dann exakt halbiert und auf die entstehenden Tochterzellen verteilt? Was zeichnet Tumorzellen aus, die den sonst so streng regulierten Zellzyklus ungehemmt durchlaufen, und wie macht man sich diese Besonderheiten bei der Krebstherapie zunutze? Was sind die molekularen Mechanismen der Meiose und wie erklären sie das mit dem Alter der Mutter stark ansteigende Risiko zur Geburt eines Trisomie-kranken Kindes? Das Modul zeigt den aktuellen Wissensstand zu diesen zentralen Fragen der Biologie auf, vermittelt Prinzipien der Zellzyklusregulation und liefert viele Beispiele für Schlüsselexperimente und moderne Forschungsmethoden. Der praktische Teil vermittelt eine Vielzahl von biochemischen, zellbiologischen und immunologischen Techniken.

### **Lerninhalte**

Vorlesung: Zellzyklusphasen, Cyclin-abhängige Kinasen (Struktur, Regulation, Funktion, Entdeckungsgeschichte), Ubiquitin-Proteasom-System, Ubiquitin-Verwandte (Sumo, Nedd8), kritische Übergänge & biologische Schalter, Replikationskontrolle, Chromatidenpaarung und Cohesinkomplex, Condensin und andere SMC-Komplexe, Kinetochore, Zentromere, Telomere, Chromosomensegregation (Prophaseweg, Securin, Separase, Shugoshin, Topoisomerase II), Intermediärfilamente und Zellkernhülle, Mikrotubuli, Zentrosomen und Spindelapparat, Ran und Importin, MT-Motorproteine, Actomyosinring und Zytokinese, DNA-Schadensantwort, "Checkpoints", Krebs und Therapie (Modell der multiple Mutationen, chromosomale Instabilität, Tetraploidisierungshypothese, Wirkprinzipien von erfolgreichen Medikamenten), Meiose (synaptonemaler Komplex, cytoplasmatische Polyadenylierung und Translationskontrolle, cytostatischer Faktor, Downs Syndrom), Modellorganismen;

Vorlesung auf Deutsch aber Powerpoint-Folien auf Englisch

Seminar: im *journal club* Format und auf Englisch; jeder Teilnehmer hat alle Publikationen gelesen, ist in der Lage die Daten und zugrunde liegenden Methoden vorzustellen und diese kritisch zu evaluieren; 4 Termine

Praktikum: Reinigung von bakteriell exprimierten Proteinen mittels Affinitäts- und Ionenaustauscherchromatographie; DNA-Protein *crosslinking assay*; Western Blot; Techniken zur Kultivierung, Synchronisation und Transfektion von humanen Krebszelllinien; Immunfluoreszenzmikroskopie; Durchflußzytometrie; Isolation, Färbung und Mikroskopie von Chromosomen; Langzeitmikroskopie von fluoreszierenden Markerproteinen in lebenden Zellen; 2er Gruppen; individuelle Protokolle in Form eines Laborjournals

### **Lehrformen und -zeiten**

im SS: Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS, *journal club*-Format) u. Blockpraktikum (5 SWS)  
Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

bestandenes Modul Allg. Genetik; Fachkenntnisse in Genetik und Zellbiologie sowie praktische Erfahrungen im molekularbiologischen/biochemischen Labor

**Leistungsnachweis**

Klausur zu Vorlesung (5 LP); Mitarbeit im *journal club* (2 LP); benotetes Protokoll zum Praktikum (2 LP)

**Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Lebensmittelproduktion**

Diese Lehrveranstaltung kann als eine Vorlesung und ggf. mit Seminar im Rahmen des Moduls Prinzipien der Molekularen Biologie belegt werden.

*Food production*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioanalytik und Lebensmittelanalytik)

### **Lernziele**

Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über die Erzeugung von Primärprodukten und deren Verarbeitung zu Lebensmitteln. Das schließt Kenntnisse über die wichtigsten Qualitätsmerkmale mit ein. Die Studierenden verstehen die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Grundlagen der Qualitätssicherung. Sie sollen dann imstande sein, sich vertiefend in spezifische Fragestellungen weiter einzuarbeiten.

### **Lerninhalte**

Unter Einbeziehung von Beiträgen durch Praktiker aus der Lebensmittelproduktion und -überwachung sollen Studierende mit wesentlichen Aspekten der Herstellung und Sicherheit von Nahrungsmitteln von der Rohstoffherzeugung bis zum Konsum durch den Endverbraucher vertraut gemacht werden. Dazu zählen die Produktion von Roh- und Ausgangsstoffen sowie Methoden zu deren Verarbeitung, physikalische, chemische und biologische Verfahren der Prozessierung und Haltbarmachung, Verpackung und Transport sowie Produktentwicklung. Weiterhin wird ein Überblick über wesentliche Schritte und Methoden der Qualitätsüberprüfung und -sicherung durch Hersteller und zuständige staatliche Stellen vermittelt.

**Sprache:** Deutsch, Englisch

### **Lehrformen und -zeiten**

2 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar, Sommersemester

### **Teilnahmevoraussetzung**

biologische und biochemische Grundkenntnisse

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung (3.5 LP) und benoteter Seminarvortrag (2 LP)

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

3 SWS Lehrveranstaltungen (45 Stunden), 40 Stunden Vor- und Nachbereitung, 20 Stunden Prüfungsvorbereitung, 44 Stunden Vorbereitung Seminarvortrag und 1 Stunde Prüfung, insgesamt 150 Stunden

**Leistungspunkte:** 5,5

## **Prinzipien der Molekularen Biologie**

*Principles of molecular biology*

(Modulverantwortliche Organisationen: Dozenten des Bereichs Molekulare Biologie)

### **Lernziele**

Durch Kombination von zwei Vorlesungen aus dem Angebot des Bereichs B sollen die Kenntnisse in Molekularer Biologie vertieft werden, Zusammenhänge zwischen den Disziplinen erkannt werden und die Grundlage für eigenes wissenschaftliches Arbeiten verbreitert werden.

### **Lerninhalte**

Die Lerninhalte der Vorlesungen und die Zielsetzungen der Seminare sind in den Modulen definiert, aus denen sie gewählt werden.

### **Lehrformen und -zeiten**

Die Veranstaltung besteht aus zwei Vorlesungen im Umfang von jeweils 2 SWS aus dem Angebot des Bereichs B (Molekulare Biologie) und einem Seminar (2 SWS), das einer der beiden Vorlesungen zugeordnet ist. Vorlesungen und Seminare, die bereits im Rahmen eines anderen Moduls absolviert wurden, können nicht gewählt werden.

Die Vorlesung, der das Seminar nicht zugeordnet ist, kann auch aus dem Bereich A gewählt werden.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die Teilnahme an diesem Modul ist nur einmal möglich.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung I (3.5 Leistungspunkte), schriftliche oder mündliche Prüfung zur Vorlesung II (3.5 Leistungspunkte) und benoteter Seminarvortrag (2 Leistungspunkte). Bei der Anmeldung zu den Prüfungen zu den Vorlesungen I und II ist anzugeben, dass diese Prüfungen im Rahmen des Moduls „Prinzipien der Molekularen Biologie“ abgelegt werden.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

90 Stunden Anwesenheit, 120 Stunden Vor- und Nachbereitung, 60 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Fachmodule – Wahlbereich**

*Subject-specific modules – Section Biochemistry, Molecular Biology or further subjects*

### ***Molekulare Diagnostik und Therapie***

**Diese Lehrveranstaltung kann als eine Vorlesung in Prinzipien der Biochemie oder Prinzipien der Molekularen Biologie belegt werden.**

*Molecular diagnostics and therapy*

(Modulverantwortliche Organisation: Biochemie IV, DozentInnen des Klinikums Bayreuth)

#### **Lernziele**

Die Anwendung zunehmend komplexer Verfahren der medizinischen Diagnostik und Therapie führt zu einem Wandel der Nachweis- und Analyseverfahren hin zu einer individuelleren Diagnostik basiert auf chemischen, biochemischen und molekularbiologischen Grundlagen. Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Probleme und Methoden, moderner diagnostischer und therapeutischer Verfahren sowie über deren molekularbiologische, biochemische und biophysikalische Grundlagen. Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls in der Lage sein, medizinische Analyseverfahren hinsichtlich Anwendbarkeit und Gültigkeit zu beurteilen sowie Therapieansätze zu verstehen.

#### **Lerninhalte**

Den Studierenden werden anhand praxisnaher Beispiele an einem ausgewählten Krankheitsbild die Notwendigkeiten, Vorgehensweisen und die Nachweismöglichkeiten der medizinischen Diagnostik und deren Konsequenzen für die Therapie erläutert. Es werden molekularbiologische, biochemische und biophysikalische Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis von Diagnose und Therapie notwendig sind. Moderne Verfahren und Möglichkeiten verschiedener Fachrichtungen in der Medizin, etwa Gastroenterologie, Pathologie, Strahlentherapie, Chirurgie, Onkologie, werden anhand des laufenden Klinikbetriebes dargestellt. Im praktischen Teil werden Führungen durch Abteilungen des Klinikums Bayreuth durchgeführt, die dazu dienen, das in der Vorlesung erworbene Wissen an den in der Klinik verwendeten Geräten und Analysetechniken sowie die Auswirkung auf die Therapie von Erkrankungen zu vertiefen.

#### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung Medizinische Diagnostik (2 SWS, Wintersemester); Führungen (Blockveranstaltung) (1 Woche, Wintersemester). Das Modul wird nicht mehr angeboten.

#### **Teilnahmevoraussetzung**

keine

#### **Leistungsnachweis**

Schriftlich über den Inhalt der Vorlesung und die Führung.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Für die 2 Vorlesungsstunden sind 1 Stunde an Vor- und Nachbereitung notwendig. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 45 Stunden. Die Führung hat den Umfang von 6 Stunden an fünf Tagen, insgesamt 30 Stunden. Die Prüfungsvorbereitung erfordert 30 Stunden. Gesamtbelastung 105 Stunden.

**Leistungspunkte:** 3,5

## **Ausbreitungsbiologie und angewandte Populationsgenetik**

*Dispersal biology and applied population genetics*

(Modulverantwortliche Organisation: Populationsökologie der Tiere)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen die Kompetenz zur selbständigen Durchführung und Beurteilung von populationsgenetischen Untersuchungen von Tierpopulationen bekommen. Zudem soll ein Verständnis über die evolutionsbiologischen Zusammenhänge von Ausbreitungsfähigkeit und Populationsökologie erlangt werden.

### **Lerninhalte**

Ausbreitung ist ein integraler Bestandteil des Lebenszyklus der meisten Tiere: Sie bewegen sich weg von den Eltern um Konkurrenz zu vermeiden, sind auf der Suche nach Paarungspartnern oder suchen besser zum Leben geeignete Habitate. Kenntnisse über Populationsstruktur und Ausbreitungsfähigkeit von Arten sind zudem essentiell um geeignete Schutzmaßnahmen für bedrohte Arten zu erarbeiten, bzw. eine Bedrohung zu vermeiden. Der Nachweis, dass sich Organismen ausgebreitet haben kann entweder direkt über Beobachtung erfolgen oder aber indirekt mit Hilfe populationsgenetischer Methoden.

In der Vorlesung werden Ursachen für Ausbreitung, deren Folgen für die Populationsstruktur einer Art sowie evolutionsbiologische Aspekte wie Artbildung vorgestellt. Neben einer Vertiefung der Kenntnisse in Populationsgenetik werden angewandte Aspekte (Artenschutz) umrissen. Im Seminar werden diese Themen anhand von ausgewählten Originalarbeiten vertieft.

Das Praktikum umfasst zwei Teile: Es sollen DNA-analytische Arbeitsmethoden (z.B. PCR, Sequenzierung, Fragmentanalysen) erlernt werden. Des Weiteren soll die computergestützte Auswertung von Sequenz- und Fragmentdaten unter besonderer Berücksichtigung ökologischer und populationsgenetischer Fragestellungen erlernt werden, wie etwa die Abschätzung von Migrationsrate oder geographischer Isolation von Populationen. Für Studenten des Studiengangs Ökologie und Biodiversität ist die Teilnahme am Laborteil freiwillig.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS) und Übung (4 SWS als Block). Teilnahme am begleitenden Seminar ist verpflichtend. Das Modul wird in der Regel im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

keine

### **Leistungsnachweis**

benotetes Protokoll zur Übung (70%), Seminarvortrag (30%).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Aktive Teilnahme: 135 Std.; Vor- und Nachbereitung: 105 Std.; Vorbereitung Seminar: 30 Std.; Gesamtaufwand 270 Std

**Leistungspunkte:** 9

## **Mechanismen des Verhaltens**

*Mechanisms of behaviour*

(Modulverantwortliche Organisation: Tierphysiologie)

### **Lernziele**

In diesem Modul werden alle wesentlichen Aspekte des Verhaltens der Tiere aus einer neurobiologischen Perspektive vorgestellt. Dabei werden wir erarbeiten, was wir heute über Mechanismen wissen zu den klassischen Themen der Verhaltensbiologie.

### **Lerninhalte**

Die Vorlesung wird die folgenden Themen behandeln:

Klassische Ethologie, Räumliche Orientierung, Bewegungskontrolle, Nutzung verschiedener Sinneskanäle zur Verhaltenssteuerung, Sensomotorische Integration, Motivation, Biologische Uhren, Migration, Kommunikation, Lernen und Gedächtnis.

Das Seminar wird als 'Journal Club' durchgeführt in dem jeder Teilnehmer eine (englische) Originalarbeit vorstellen wird. Die Arbeiten werden an alle Teilnehmer ausgegeben und von allen Teilnehmern kritisch diskutiert. Bewertet wird einerseits der Vortrag selbst, andererseits die eigene Beteiligung an der Diskussion der anderen Vorträge. Bei der Bewertung des Vortrags ist wichtig, ob genügend Vorlagen für eine wirkliche inhaltliche Auseinandersetzung der anderen Seminarteilnehmer gegeben wurden (z.B. waren die benutzten Methoden angemessen? Was genau waren die Hypothesen und wurden sie wirklich überzeugend getestet? Gäbe es alternative Erklärungen? Was könnte man von den Ergebnissen ausgehend jetzt untersuchen?).

In den Übungen werden wichtige Methoden erarbeitet und dann - in kleinen Gruppen - zur Bearbeitung eines kleinen Projekts benutzt.

### **Lehrformen und -zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Übung (5 SWS als Block).

Das Modul wird in der Regel im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Keine

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung zu Vorlesung, Seminar und Praktikum (3 LP), Vortragsleistung und Teilnahme am Seminar (3 LP), benotetes Protokoll zum Praktikum (3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

135 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9



## **Datenbanken und Informationssysteme I**

### *Databases and information systems I*

(Modulverantwortliche Organisation: Angewandte Informatik IV - Datenbanken und Informationssysteme)

#### **Lernziele**

Ziel ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse zum Entwurf von (relationalen) Datenbanken. Die Studierenden sollen Analyse-, Entwurfs und Realisierungskompetenzen vermittelt bekommen, so dass sie selbständig eine Anwendungssituation analysieren und darauf aufbauend datenbankgestützte Anwendungen entwickeln können. Daneben sollen Grundkenntnisse bezüglich des Aufbaus und des Betriebs von Datenbanksystemen vermittelt werden, so dass die Studierenden einen prinzipiellen Einblick in die Technologie von Datenbanksystemen bekommen. Über den Übungsbetrieb sollen die Studierenden den praktischen Umgang mit Datenbanken und deren Anwendungen erlernen. In den Intensivübungen werden darüber hinaus programmiertechnische Fähigkeiten vermittelt.

#### **Lerninhalte**

Entwurf von Datenbanksystemen: Aufbau konzeptioneller Schemata (Von Entity-Relationship-Diagrammen zu Relationen), Normalisierung, Relationenalgebra, Einführung in SQL, Verwendung von Datenbanksystemen (SQL als DB-Schnittstelle), Objektrelationale Datenbanksysteme; Aufbau von Datenbanksystemen (Architektur), Einführung ins Transaktionsmanagement; Aufbau von Informationssystemen (Arten von Informationssystemen), Anwendungen von Datenbanken in den Bereichen Bio-, Ingenieur- und Umweltinformatik; Vorstellung von Beispielen und Fallstudien.

Inhalt der Intensivübung: Programmierung ausgewählter Kapitel der Vorlesung

#### **Lehrformen und -zeiten**

Datenbanken und Informationssysteme I – Vorlesung 4 SWS

Datenbanken und Informationssysteme I – Übung 2 SWS

Datenbanken und Informationssysteme I – Intensivübung 2 SWS

Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

#### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Informatik

#### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung. Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung aller Veranstaltungen des Moduls erteilt.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Präsenz 120 Stunden, Vor- und Nachbereitung 90 h, Klausurvorbereitung 60 h. Dies führt zu einem Gesamtaufwand von 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Homogene Katalyse (Metallorganische Komplexkatalyse)**

*Homogeneous catalysis*

(Modulverantwortliche Organisation: Anorganischen Chemie II)

### **Lernziele**

Die Studenten erwerben Kenntnisse in dem Bereich Homogene Katalyse und vertiefen Ihr Wissen im Bereich Metallorganische Chemie.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung *Metallorganische Komplexkatalyse* werden die folgenden Themen erörtert: Reaktivität von Metall-Kohlenstoff-Bindungen, Katalytische Anwendungen von Metallorganische Verbindungen, Homogene Katalyse mit Metallorganischen Verbindungen, Koordinative Polymerisationskatalyse. Im Praktikum vertiefen die Studierenden aerobe Arbeitstechniken und wenden diese Kenntnisse anschließend im Mitarbeiterpraktikum an, um einfache katalytische Fragestellungen zu adressieren.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung *Metallorganische Komplexkatalyse* (2 SWS), Mitarbeiterpraktikum (9 SWS als Block). Die Vorlesung findet in der Regel im Wintersemester statt. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Chemie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung (Gewichtung 6 LP) und aus der Bewertung des Praktikums, Laborheft bzw. Reinheit und Ausbeute der Syntheseansätze sowie die Qualität der katalytischen Experimente (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

165 Stunden Anwesenheit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Katalysatordesign**

*Catalyst design*

(Modulverantwortliche Organisation: Anorganischen Chemie II)

### **Lernziele**

Die Studenten erwerben Kenntnisse in dem Bereich Katalysatordesign und vertiefen Ihr Wissen im Bereich Homogene Katalyse.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung *Katalysatordesign* werden die folgenden Themen erörtert: Grundlagen der Metallorganischen Komplexkatalyse sowie Konzepte zum Katalysatordesign: Explorative Komplexchemie, Mechanistische Studien, Kombinatorische Katalysatorforschung. Im Praktikum vertiefen die Studierenden katalytische Arbeitstechniken und wenden diese Kenntnisse anschließend im Mitarbeiterpraktikum an, um einfache katalytische Fragestellungen zu adressieren.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung *Katalysatordesign* (2 SWS), Mitarbeiterpraktikum (9 SWS als Block). Die Vorlesung findet in der Regel im Sommersemester statt. Es wird empfohlen, das Modul im ersten Studienjahr zu belegen.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die erfolgreiche Teilnahme am Modul *Homogene Katalyse* wird dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche Prüfung (Gewichtung 6 LP) und aus der Bewertung des Praktikums, Laborheft bzw. der Qualität der katalytischen Experimente (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

165 Stunden Anwesenheit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Naturstoffchemie**

*Natural substances chemistry*

(Modulverantwortliche Organisation: Bioorganische Chemie)

### **Lernziele**

Vermittelt werden soll ein tieferes Verständnis für die Biosynthesewege von Naturstoffen, ihre Grundstrukturtypen und deren Zusammenhang mit der biologischen Wirkung.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung *Naturstoffchemie* werden die generellen Biosynthesewege für Naturstoffe vorgestellt und die der wichtigsten wie z.B. Fettsäuren, Aminosäuren, Kohlenhydrate, Nukleinsäuren, Polyketide, Terpene, Vitamine, Alkaloide und deren Sekundärmetabolite ausführlich besprochen. Im Praktikum werden einzelne Aspekte der Naturstoffchemie durch Mitwirkung an aktuellen Forschungsprojekten der beteiligten Gruppen bearbeitet und die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (7 SWS). Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Organischer Chemie werden dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 5 LP), Protokoll und Seminarvortrag zu den Praktikumsversuchen (Gewichtung 4 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Spezielle Naturstoffchemie**

*Special natural substances chemistry*

(Modulverantwortliche Organisation: Organische Chemie I/2)

### **Lernziele**

Es werden umfangreiche Kenntnisse über die Naturstoffklasse der Alkaloide, ihre Biogenese, Strukturen, biologisch/medizinische Bedeutung und Synthese vermittelt.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung *Spezielle Naturstoffchemie* stehen die Alkaloide, die sich durch facettenreiche Biosynthesewege und hohe strukturelle Diversität und Komplexität auszeichnen, im Mittelpunkt. Nach einer Einführung über generelle Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen und einer grundlegenden Übersicht über diese breit gefächerte Naturstoffklasse werden die vier großen Alkaloidklassen, die Ornithin-, Lysin-, Phenylalanin/Tyrosin- und Tryptophan-abgeleiteten Alkaloide, sowie Alkaloide anderen Ursprungs im Detail besprochen: Typische Vertreter der einzelnen Klassen und ihre Produzenten werden vorgestellt; die Biosynthese der Alkaloide, ausgehend von Grundbausteinen über zentrale Intermediate hin zu den entsprechenden Naturstoffen, wird skizziert; wichtige Arzneimittel, die sich von hoch bioaktiven Alkaloiden ableiten, ihre strukturellen Gemeinsamkeiten mit der Leitverbindung und ihre Wirkmechanismen werden gezeigt; elegante und richtungsweisende chemische Synthesen ausgewählter Alkaloide werden schrittweise nachvollzogen und diskutiert. Im *Praktikum* werden einzelne Aspekte der Naturstoffchemie durch Mitwirkung an aktuellen Forschungsprojekten der beteiligten Gruppen bearbeitet und die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (6 SWS). Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Organischer Chemie werden dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 5 LP), Protokoll und Seminarvortrag zu den Praktikumsversuchen (Gewichtung 4 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## **Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen**

*Analysis and screening of natural and active substances*

(Modulverantwortliche Organisation: Organische Chemie I)

### **Lernziele**

Vermittelt werden Kenntnisse zur Isolierung, Quantifizierung und zum Screening von Natur- und Wirkstoffen.

### **Lerninhalte**

Vorlesung: Methoden zur Extraktion, zur Isolierung, Trennung und Quantifizierung (GC, HPLC), sowie zur Strukturbestimmung (Spektroskopie) von Natur- und Wirkstoffen werden vorgestellt. Daneben werden die wichtigsten Verfahren zum Screening auf Aktivität verschiedenster Art besprochen, z.B. fluorimetrische Assays auf Cytotoxizität, Hemmung spezieller Enzyme und Proteine, sowie zellmorphologische Änderungen; Agardiffusionstests auf antibiotische Aktivität; Immunoblotting und Elektrophorese zur Quantifizierung von DNA und Proteinen.

Kleingruppenpraktikum: Die Methoden werden an ausgewählten, standardisierten Trenn- und Screeningproblemen geübt und durch teilweise Mitwirkung an aktuellen Forschungsprojekten der beteiligten Arbeitsgruppen sowie durch einen Vortrag zu einem aktuellen Thema vertieft.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen (2 SWS), Kleingruppenpraktikum Analytik und Screening von Natur- und Wirkstoffen (6 SWS, 3 Wochen Blockpraktikum).

Das Modul wird im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Keine

### **Leistungsnachweis**

Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (60%), Benotetes Kleingruppenpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag (40%).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Vorlesung: 2 Stunden plus 2 Stunden Vor- und Nachbereitung à 15 Wochen	60 Stunden
Prüfungsvorbereitung	30 Stunden
Kleingruppenpraktikum mit Bericht und Seminarvortrag	180 Stunden
Gesamtbelastung:	270 Stunden

**Leistungspunkte:** 9

## **Wirkstoffchemie**

*Active substance chemistry*

(Modulverantwortliche Organisation: Organischen Chemie I)

### **Lernziele**

Vermittlung von Kenntnissen der Wirkstoffchemie wie Leitstruktursuche, Struktur-Wirkungsbeziehungen und rationales Design von Wirkstoffen.

### **Lerninhalte**

In der Vorlesung Wirkstoffchemie werden ausgewählte Aspekte der Wirkstoffforschung wie Leitstruktursuche, Struktur und Konformation von Biomolekülen, Struktur-Wirkungsbeziehungen und rationales Design von Wirkstoffen vorgestellt. Schwerpunkte liegen auf natürlichen Wirkstoffen der Klassen Antibiotika und Cytostatika (Strukturen, Wirkmechanismen, semisynthetische Verbesserung). Im Praktikum werden einzelne Aspekte der Wirkstoffchemie durch Mitwirkung an aktuellen Forschungsprojekten der beteiligten Gruppen bearbeitet und die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (7 SWS). Das Modul wird im Wintersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Organischer Chemie werden dringend empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (Gewichtung 5 LP), Protokoll und Seminarvortrag zu den Praktikumsversuchen (Gewichtung 4 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

150 Stunden Anwesenheit, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung und 30 Stunden Prüfungsvorbereitung; Gesamtaufwand 270 Stunden.

**Leistungspunkte:** 9

## ***Biodiversität in den Tropen***

*Biodiversity in the tropics*

(Modulverantwortliche Organisation: Funktionelle und Tropische Pflanzenökologie)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen einen fundierten Überblick über die Tropenökologie und insbesondere über die Biodiversitätsforschung in den Tropen erlangen. Gleichzeitig sollen anhand von Beispielen verschiedene Ansätze erarbeitet werden, ökologische Hypothesen zu entwickeln und zu testen, und die kritische Erarbeitung der wissenschaftlichen Literatur geübt werden. Die wissenschaftliche Bearbeitung und Analyse von Biodiversitätsdaten, sowie wissenschaftliche Präsentationen werden geübt.

### **Lerninhalte**

Das Modul gibt zunächst einen einführenden Überblick über die Tropenökologie. Anhand tropischer Wälder, einem der artenreichsten Systeme der Erde, sollen dann die Theorien und der aktuelle Kenntnissstand zu Mechanismen der Entstehung und Erhaltung von Diversität, zur Prozessen, die die räumliche und zeitliche Verteilung von Diversität bestimmen, zur Funktion der Diversität, zu Einflüssen von Klimawandel und Landnutzung, und zu Schutzstrategien vermittelt werden. Dabei werden genetische, chemische, funktionelle und Arten-Diversität sowie verschiedene taxonomische Gruppen einbezogen.

### **Lehrformen und –zeiten**

Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Übungen (3 SWS) zur Tropischen Biodiversität. Die Veranstaltungen finden auf Englisch statt. Das Modul wird mit 7 SWS jährlich im Sommersemester angeboten.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundlagen der Tierökologie, Pflanzenökologie und Evolution aus dem Grundstudium. Grundlegende Statistik Kenntnisse sind erforderlich, R ist von Vorteil.

### **Leistungsnachweis**

Die Teilnehmer erhalten eine Note für die Leistungen in der Erarbeitung und Vorstellung von Seminarvorträgen und Poster mit schriftlichen Ausarbeitungen.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

Aktive Teilnahme an den Veranstaltungen: 105 Std.; Vor- und Nachbereitung: 50 Std.; Literaturarbeit, Datenanalysen und die Erarbeitung eigener Beiträge: 165 Std.; Insgesamt ergibt sich ein Zeitbedarf von 270 Arbeitsstunden.

**Leistungspunkte:** 9



## ***Principles of Logic, Argumentation and Decision Theory***

(Organisation in charge: Philosophie I)

### **Learning objective**

The student will learn how to analyze complex argumentative situations, understand the underlying coherence of a given set of arguments, and recognize standard rhetorical fallacies. She/he shall also master the basics of utility theory, decision and game theory and their normative foundations.

### **Content**

'Logic and Argumentation Theory' provides an introduction to propositional as well as first-order logic. The lecture covers syntax, and semantics for each of these formal languages as well as formal derivations (the proof theory). The course also covers the basics of argumentation theory.

'Foundations of Decision Theory I' will introduce students to the fundamentals of decision and game theory. In this course the following topics are covered: (1) decisions under risk: utility, probability, rationality as maximizing expectation; (2) normative foundation and bounded rationality; (3) strategic interaction of games and solution concepts as well as (4) Bayesian foundation, evolutionary game theory and behavioral game theory.

### **Composition of the course**

The module is composed of 'Logic and Argumentation Theory' (lecture 4 SWS; tutorial 4 SWS; winter semester) and 'Foundations of Decision Theory I' ('Grundlagen des Entscheidens I'; lecture 2 SWS; tutorial 2 SWS; summer semester). 'Foundations of Decision Theory I' will take place in the second half of the semester, then occupying two 2-hour slots per week. Language of the course (including exam): English.

### **Requirements**

none

### **Course assessment**

The course will be accomplished by passing the written exams: 'Logic and Argumentation Theory' (4.5 ECTS) and 'Foundations of Decision Theory I' (4.5 ECTS).

### **Amount of work**

'Logic and Argumentation Theory': 51 hours attendance, 25 hours preparation and post-processing, 25 h tutorial, 34 hours exam preparation

'Foundations of Decision Theory I': 27 hours attendance, 54 hours preparation and post-processing, 27 h tutorial, 27 hours exam preparation

Total effort 270 hours

**ECTS:** 9

## **Integratives Modul**

### *Integrative module*

(Modulverantwortliche: Dozenten der Molekularen Biowissenschaften)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen Kernkompetenzen für eigenständige wissenschaftliche Forschung erwerben, indem sie angeleitet werden, ihre Projekte zu planen, sich die wissenschaftliche Literatur zu erarbeiten und Forschungsergebnisse und -vorhaben in mündlicher und schriftlicher Form zu präsentieren. Darüber hinaus soll ihnen eine integrative Sicht der vielfältigen biochemischen und molekularbiologischen Einzeldisziplinen vermittelt werden.

### **Lerninhalte**

In einer zweisemestrigen Ringvorlesung stellen die Dozenten der Biochemie und Molekularen Biologie ihre eigenen aktuellen Forschungsarbeiten vor und diskutieren sie anschließend, um den Studierenden einen Überblick über die Molekularen Biowissenschaften an der Universität Bayreuth zu vermitteln. Vor Beginn der Masterarbeit erstellen die Studierenden einen Forschungsplan ("*Research Proposal*"), in dem das Forschungsfeld der geplanten Arbeit beschrieben und die wissenschaftliche Fragestellung und die experimentelle Herangehensweise schriftlich skizziert werden, um Kompetenzen in der Planung wissenschaftlicher Projekte zu erwerben. Dabei werden sie angeleitet, sich die Grundlagen des Forschungsgebiets und der experimentellen Methodik anhand der wissenschaftlichen Literatur selbständig zu erarbeiten. Der Forschungsplan und bereits erzielte Ergebnisse aus dem Forschungsmodul werden in einem Seminar vorgestellt, um Fähigkeiten in der Präsentationstechnik zu schulen.

### **Lehrformen und –zeiten**

Ringvorlesung *Molecular Biosciences* (2 x 1 SWS), Forschungsseminar (2 x 1 SWS oder 1 x 2 SWS), Erstellung eines schriftlichen Forschungsplans. Die Ringvorlesung findet sowohl im Winter- als auch im Sommersemester statt und muss über mindestens zwei Semester besucht werden. Das Forschungsseminar wird nach Bedarf angeboten. Es wird empfohlen, den Vortrag im Forschungsseminar und die Ausarbeitung des Forschungsplans im 3. Fachsemester zu absolvieren.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Grundkenntnisse in Biochemie und Molekularer Biologie werden vorausgesetzt.

### **Leistungsnachweis**

Teilnahme an der Ringvorlesung, Vortrag im Forschungsseminar (Gewichtung 3,5 LP), benoteter schriftlicher Forschungsplan (Gewichtung 6,5 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

60 Stunden Anwesenheit, 240 Stunden Literaturarbeit und Vor- und Nachbereitungszeit; Gesamtaufwand 300 Stunden.

**Leistungspunkte:** 10

## **Forschungsmodul**

*Research module*

(Modulverantwortliche: Dozenten der Molekularen Biowissenschaften)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen einen Einblick in die Forschungspraxis biochemisch und molekularbiologisch arbeitender Gruppen erhalten. Zudem sollen sie durch eigenständige Laborarbeit unter Anleitung experimentelle Fähigkeiten erwerben, und es sollen Teamfähigkeit geübt und Präsentationstechniken geschult werden.

### **Lerninhalte**

Die Lerninhalte betreffen die aktuellen Forschungsprojekte der jeweils gewählten Arbeitsgruppe. Das Modul beinhaltet experimentelle Arbeit, Literaturarbeit, Teilnahme an den Arbeitsgruppenseminaren mit Vortrag und Erstellung eines Protokolls.

### **Lehrformen und –zeiten**

Bearbeitung eines Forschungsprojekts und Teilnahme an den Arbeitsgruppenseminaren als Block. Der praktische Teil des Forschungsmoduls sollte ca. 7 Arbeitswochen dauern. Zu Beginn des Forschungsmoduls sollten zeitliche und inhaltliche Anforderungen des praktischen Teils und der Vor- und Nacharbeit zwischen Studierenden und Betreuenden besprochen werden. Ggf. können Gesprächsprotokolle oder eine Betreuungsvereinbarung erstellt werden.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die erfolgreiche Absolvierung eines Fachmoduls im Fach des Forschungsmoduls wird empfohlen. Es wird empfohlen, das Modul im dritten Fachsemester zu absolvieren.

### **Leistungsnachweis**

Benotetes Protokoll (Gewichtung 10 LP) und Vortrag im Arbeitsgruppenseminar (Gewichtung 3 LP).

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

300 Stunden Labor- und Literaturarbeit und Anwesenheit bei den Arbeitsgruppenseminaren, 90 Stunden Vor- und Nachbereitung; insgesamt 390 Stunden.

**Leistungspunkte:** 13

## **Masterarbeit**

*Master thesis*

(Modulverantwortliche: Dozenten der Molekularen Biowissenschaften)

### **Lernziele**

Die Studierenden sollen ein Forschungsprojekt unter Anleitung in Eigenverantwortung bearbeiten und die Ergebnisse schriftlich niederlegen.

### **Lerninhalte**

Die Lerninhalte betreffen die aktuellen Forschungsprojekte der gewählten Arbeitsgruppe.

### **Lehrformen und –zeiten**

Bearbeitung eines Forschungsprojekts, Literaturarbeit und Abfassung einer Masterarbeit im 2. Studienjahr.

### **Teilnahmevoraussetzung**

Die erfolgreiche Absolvierung eines Forschungsmoduls im Fach der Masterarbeit wird empfohlen.

### **Leistungsnachweis**

Vorlage der schriftlichen Fassung der Masterarbeit.

### **Studentischer Arbeitsaufwand**

900 Stunden.

**Leistungspunkte:** 30