



**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

**Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften**

# **Modulhandbuch**

**für den  
Bachelorstudiengang  
Biochemie**

# Inhalt

## **Pflichtmodule**

Anorganische Chemie I	3
Anorganische Chemie II	4
Organische Chemie I	5
Organische Chemie II	6
Physikalische Chemie I (Allgemeine Chemie)	7
Physikalische Chemie II	8
Biochemie I	10
Biochemie II	11
Biochemische Methoden	12
Experimentalphysik	13
Mathematik	14
Botanik	15
Zoologie	16
Zellbiologie	17
Genetik (Allgemeine Genetik)	18
Genetik (Gentechnologie)	19
Mikrobiologie	20
Bioinformatik	21
Biophysikalische Chemie	22

## **Wahlpflichtmodule**

Genetik (Bakteriengenetik)	23
Genetik (Eukaryontengenetik)	24
Bioorganische Chemie	25
Zellbiologie	26
Mikrobiologie	27
Bioinformatik	29
Biophysikalische Chemie	30

Bachelorarbeit	31
----------------	----

## **Anorganische Chemie**

### **Modul: Anorganische Chemie I (Allgemeine Anorganische und Analytische Chemie)**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

Dozenten: Die Dozenten der Anorganischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Anorganischen Chemie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Allgemeinen Anorganischen und Analytischen Chemie sowie der Anorganischen Stoffchemie in Theorie und Praxis erwerben.

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

Vorlesung Allgemeine Anorganische und Analytische Chemie (1 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS). Praktikum (6 SWS) und Seminar (1 SWS).

Die Lehrveranstaltungen sollen im ersten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung Allgemeine Anorganische und Analytische Chemie** werden die Grundlagen der verschiedenen Bindungsarten in der Chemie (Kovalente Bindung, Ionische Bindung, Metallische Bindung, Dative Bindung, Kristallfeldtheorie sowie Dispersions- und Dipol-Dipol Wechselwirkungen) behandelt. Ferner werden die Trends im Periodensystem sowie die Grundlagen der Säure-Base Theorie und der Redoxreaktionen besprochen. In den begleitenden **Übungen** werden Aufgaben zum „chemischen“ Rechnen bearbeitet, und der Inhalt der Vorlesung wird mittels exemplarischen Aufgaben vertieft.

Im **Praktikum** werden elementare Techniken der Allgemeinen und Anorganischen Chemie experimentell durchgeführt, um grundlegende chemische Konzepte kennenzulernen. Das Praktikum dient ebenfalls dazu, den Umgang mit Glas- und Messgeräten zu üben, und saubere Arbeitstechniken im Labor zu vermitteln.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

#### **Leistungsnachweise:**

Schriftliche Prüfungen zu den Lerninhalten der Vorlesungen, der Übungen, des Praktikums und des Seminars. Auswertungen der Praktikumsaufgaben.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Während der Vorlesungszeit 9 Stunden Lehrveranstaltungen sowie 6 Stunden Vor- bzw. Nachbereitungszeit pro Woche (220 Stunden) im ersten Studiensemester. Weiterhin 45 Stunden Prüfungsvorbereitung. Insgesamt 270 Stunden.

## **Anorganische Chemie**

### **Modul: Anorganische Chemie II (Anorganische Stoffchemie)**

Leistungspunkte für dieses Modul 4

Dozenten: Die Dozenten der Anorganischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Anorganischen Chemie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Allgemeinen Anorganischen und Analytischen Chemie sowie der Anorganischen Stoffchemie in Theorie und Praxis erwerben.

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

Vorlesung 2 SWS Stoffchemie der Hauptgruppenelemente

Vorlesung 1 SWS Stoffchemie der Nebengruppenelemente

Die Lehrveranstaltungen sollen im vierten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung Grundlegende Anorganische Stoffchemie** (2 SWS Stoffchemie der Hauptgruppenelemente, 1 SWS Stoffchemie der Nebengruppenelemente) werden jeweils die Elemente der Haupt- und Nebengruppen, sowie deren Darstellung und Strukturen sowie die wichtigen Verbindungen (Oxide, Hydroxide, Halogenide, weitere binäre und ternäre Verbindungen sowie einfache Koordinationsverbindungen) behandelt.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

#### **Leistungsnachweise:**

Schriftliche Prüfungen zu den Lerninhalten der Vorlesungen, der Übungen, des Praktikums und des Seminars. Auswertungen der Praktikumsaufgaben.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 45 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 120 Stunden

## Organische Chemie

### Modul: Organische Chemie I: Grundlagen der Organischen Chemie

Leistungspunkte für dieses Modul: 12

Dozenten: Die Dozenten der Organischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Organischen Chemie

#### Lernziele:

Das Modul macht die Studierenden mit den grundlegenden Konzepten, der charakteristischen Denkweise und den Fakten der Organischen Chemie bekannt. Anhand von Schlüsselexperimenten in Vorlesung und Praktikum wird die Tragfähigkeit dieser theoretischen Konzepte demonstriert, sowie eine zunehmende Sicherheit im Umgang mit ihnen bei der Lösung konkreter organisch-chemischer Problemstellungen erworben.

#### Lehrformen und -zeiten:

Vorlesung 4 SWS „Grundlagen der Organischen Chemie“ dazu begleitende Übungen 2 SWS.

Grundpraktikum 5 SWS Organische Chemie, Teil 1

Die Lehrveranstaltungen sollen im zweiten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### Lerninhalte:

Die **Vorlesung** „Grundlagen der Organischen Chemie“ behandelt nach einem *Überblick* über die Bedeutung und die Historie des Fachs folgende Themenfelder und Konzepte:

*Struktur und Bindung*: Elektronegativität, Resonanz, Hybridisierung, Aromatizität.

*Stereochemie*: Konformation, Konfiguration, Chiralität.

*Reaktivität*: Chemie funktioneller Gruppen (z.B. Alkane, Alkene, Amine, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Amide, Aromaten).

*Mechanismen*: Energieprofile, Acidität, Nucleophilie/Elektrophilie, elektrophile Addition an Alkene, nucleophile Substitution am  $sp^3$ -C-Atom, Eliminierungen, aromatische Substitution.

Im **Praktikum** erlernen die Studierenden den sicheren Umgang mit typischen Arbeitsgeräten und Techniken. Wichtige Gesichtspunkte hierbei sind:

- Gesundheit und Sicherheit im Labor; Handhabung und Entsorgung von Chemikalien.
- Nutzung der verschiedenen, auch elektronischen Quellen Organisch-chemischer Literatur.
- Arbeitstechniken der Stofftrennung, -reinigung und -charakterisierung.
- Aufbau einfacher Apparaturen aus Standardgeräten.
- Durchführung einfacher Additionen an Alkene und nucleophiler Substitutionen.

#### Leistungsnachweis:

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung und Arbeitsbereiche zum Praktikum.

#### Teilnahmevoraussetzung:

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen AC I, PC I, Mathematik I und Physik I.

#### Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die Lehrveranstaltungen fallen 165 Stunden Anwesenheit, 120 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 75 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 360 Stunden.

## **Organische Chemie**

### **Modul: Organische Chemie II: Reaktionsmechanismen**

Leistungspunkte für dieses Modul 8

Dozenten: Die Dozenten der Organischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Organischen Chemie

#### **Lernziele:**

Aufbauend auf den im Modul OC I erworbenen Grundkenntnissen wird ein tiefergehendes Verständnis der Mechanismen chemischer Reaktionen und eine Zusammenschau stoffchemischer Einzelfakten vermittelt. Im Praktikum lernt der Studierende weitere wichtige Arbeitstechniken und Reaktionen kennen.

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

Grundpraktikum Organische Chemie, Teil 2 (9 SWS), sowie begleitende Übungen (1 SWS).

Die Lehrveranstaltungen sollen im dritten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Im **Praktikum** werden die folgende Reaktionstypen praktisch erprobt durch:

- Einsatz komplizierterer Reaktionsaufbauten, Geräte und Techniken.
- Weitere Methoden der Reinstoffgewinnung und -identifizierung.
- Reaktionen von Carbonylverbindungen.
- Elektrophile und nucleophile aromatische Substitution.
- Redoxprozesse (Reduktionen mit komplexen Hydriden, Oxidation von Alkoholen).
- Ionische Umlagerungen (Beckmann, Hofmann-Abbau).

In den begleitenden Übungen wird der theoretische Hintergrund zu den Reaktionstypen und ihren Mechanismen vertieft.

#### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung, die zu 50 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über Arbeitsberichte bewertet, deren Noten zu insgesamt 50 % in die Gesamtnote einfließen.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul Organische Chemie I.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 150 Stunden Anwesenheit, 60 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 240 Stunden.

## **Physikalische Chemie**

### **Modul: Physikalische Chemie I (Allgemeine Chemie)**

Leistungspunkte für dieses Modul: 4

Dozenten: Die Dozenten der Physikalischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Physikalischen Chemie

#### **Lernziel:**

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, die Studierenden mit den grundlegenden Konzepten der naturwissenschaftlichen Beschreibung der Materie vertraut zu machen. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher schulisch vermittelter Grundkenntnisse der Studierenden. In diesem Sinn verfolgt das Modul auch das Ziel, eine für alle Studierenden einheitliche Basis für die folgenden Veranstaltungen im Bachelorstudium zu erreichen.

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

Vorlesung Physikalische Chemie I (2 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS)

Die Lehrveranstaltungen sollen im ersten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der **Vorlesung** Physikalische Chemie I (Allgemeine Chemie) wird zunächst der Aufbau der Materie besprochen. Darauf folgen eine kurze Einführung in die Quantenmechanik (Teilchen im Kasten (1-dimensional), Atommodell, Orbitale, Grundlagen der Molekülorbital-Theorie) sowie die Besprechung des Periodensystems der Elemente. Den Schluss der Vorlesung bilden zwei Kapitel über Thermodynamik (Hauptsätze, Thermochemie) und Reaktionskinetik (Reaktionsordnung, Geschwindigkeitskonstanten, Temperaturabhängigkeit nach Arrhenius).

Die vorlesungsbegleitenden **Übungen** sollen die Studierenden in die Lage versetzen, das in der Vorlesung vermittelte Wissen selbständig auf einfache praktische Beispiele anzuwenden. Zudem schulen die Übungen in Kleingruppen die Fähigkeit zu verbaler, argumentativ untermauerter Darstellung eigener Tätigkeit.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Keine

#### **Leistungsnachweise:**

Schriftliche Prüfungen zu den Lerninhalten der Vorlesungen und der Übungen.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 45 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 120 Stunden.

## Physikalische Chemie

### Modul: Physikalische Chemie II

Leistungspunkte für dieses Modul: 15

Dozenten: Dozenten der Physikalische Chemie

Prüfer: Dozenten der Physikalische Chemie

#### Lernziel:

Das Modul vermittelt Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie, die die Studierenden bei der Lösung einfacher Problemstellungen (quantitative Berechnungen, Laborexperimente) anwenden. Die Praktikumstätigkeit macht die Studierenden mit elementaren Messverfahren der Chemie vertraut und leitet zu einem selbstkritischen Umgang mit Messdaten an. Im Seminar werden Grundkompetenzen des öffentlichen Vortrags vermittelt. In relevanten Gebieten der physikalischen Chemie sollen sich die Studierenden vertiefte Kenntnisse aneignen und lernen, diesselben für die Lösung fortgeschrittener Probleme anzuwenden.

#### Lehrformen und -zeiten:

Vorlesung Physikalische Chemie II (3 SWS) mit begleitenden Übungen(1 SWS) und begleitendem Seminar (2 SWS), sowie Praktikum Physikalische Chemie I (6 SWS).

Diese Lehrveranstaltungen sollen im zweiten Studiensemester besucht werden.

Vorlesung Physikalische Chemie III (2 SWS). Diese Lehrveranstaltung soll im dritten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### Lerninhalte:

Die **Vorlesung** Physikalische Chemie II vertieft die im Modul PC I erlernten Konzepte der Quantenmechanik durch Anwendungen auf kompliziertere Systeme (Teilchen im Kasten (3-dimensional), H-Atom, chemische Bindung). Es schließt sich ein Teil über Thermodynamik (Zustandsfunktionen, chemisches Potential, Gleichgewichte) an. Im Kapitel Elektrochemie werden die Ionenleitung und die Nernstsche Gleichung behandelt. In vorlesungsbegleitenden **Übungen** wenden die Studierenden das in der Vorlesung erworbene Wissen selbständig auf praktische Beispiele an. Zudem schulen die Übungen in Kleingruppen die Fähigkeit zu verbaler, argumentativ untermauerter Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Im **Praktikum** I wird das in den Modulen PC I und PC II vermittelte theoretische Wissen durch selbständiges Experimentieren vertieft. Das Praktikum enthält 8 Versuche aus den Themenbereichen Thermodynamik (Ideale und reale Gase, Thermochemie), Kinetik (Geschwindigkeitskonstanten, Katalyse), Elektrochemie (Ionenwanderung, Überföhrungszahl, Nernstsche Gleichung).

Im **Seminar** werden ausgewählte Themen durch studentische Vorträge vertieft. Das Seminar dient der Vermittlung von wissenschaftlicher Vortragstechnik.

In der ergänzenden **Vorlesung** Physikalische Chemie III wird zunächst die Quantenmechanik vertieft und auf molekulare Systeme angewendet (chemische Bindung, Rotationen, Schwingungen, Spektroskopie). Daran schließt sich ein Kapitel über statistische Thermodynamik (Zustandssummen, Phasenübergänge), dann werden aus der Kinetik die Bereiche Temperaturabhängigkeit und die Eyring Theorie un abschließend aus der Elektrochemie die Themen Membranpotentiale und Elektrophorese behandelt.

#### Teilnahmevoraussetzung:

Erfolgreiche Teilnahme am Modul Physikalische Chemie I.

#### Leistungsnachweise:



Schriftliche Prüfungen zu den Lerninhalten der Vorlesungen und der Übungen.

**Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen im zweiten Studiensemester 180 Stunden Anwesenheit, 130 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 60 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Im dritten Studiensemester fallen 30 Stunden Anwesenheit, 30 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 20 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 450 Stunden.

## **Biochemie**

### **Modul Biochemie I**

Leistungspunkte für dieses Modul 7

Dozenten: Die Dozenten der Biochemie

Prüfer: Die Dozenten der Biochemie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Strukturen und Funktionen der Biomoleküle kennenlernen, ein Verständnis der Mechanismen biochemischer Reaktionen erwerben und einen Überblick über die Wege des Grundstoffwechsels, ihre Vernetzung und ihre Regulation erhalten. Ferner sollen die Grundlagen zu biochemischen Messmethoden gelegt werden.

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

Vorlesung Biochemie I (3 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS)

Praktikum (2 SWS) als Block im Anschluss an die Vorlesungszeit.

Die Veranstaltungen sollten im dritten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

*Vorlesung Biochemie I:* Aminosäuren, Nukleotide und Nukleinsäuren, Struktur und Funktion von Proteinen, Enzymkinetik, ausgewählte Enzymmechanismen, Regulation der enzymatischen Aktivität, Membranen, Bioenergetik, Glycolyse, Citratcyclus, Glycogenmetabolismus, Aminosäurestoffwechsel, Fettstoffwechsel, Oxidative Phosphorylierung, Pentosephosphatweg, Gluconeogenese.

In den Übungen werden Themen aus der Vorlesung aufgegriffen und vertiefend geübt.

Im Praktikum werden grundlegende biochemische Methoden vermittelt, insbesondere die Isolierung von Proteinen und ihre Analyse mittels Spektroskopie und Gelelektrophorese, sowie die kinetische Analyse enzymkatalysierter Reaktionen.

#### **Leistungsnachweis:**

Mündliche Prüfung zur Vorlesung, Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Allgemeine und Anorganische Chemie* und *Organische Chemie*.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 90 Stunden Anwesenheit, 70 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 50 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 210 Stunden.

## **Biochemie**

### **Modul Biochemie II**

Leistungspunkte für dieses Modul: 13

Dozenten: Die Dozenten der Biochemie

Prüfer: Die Dozenten der Biochemie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die grundlegenden biochemischen Vorgänge der Verarbeitung der genetischen Information sowie die Prinzipien der Signaltransduktion, des zellulären Transports, der Membranfunktion und der Immunantwort kennenlernen.

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

Vorlesung Biochemie II (3 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS).

Praktikum (10 SWS) während der Vorlesungszeit.

Die Veranstaltungen sollen im vierten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

*Vorlesung Biochemie II:*

Nukleinsäurestoffwechsel, Struktur der RNA und DNA, Replikation, Transkription, Translation, Proteintransport, Signaltransduktion, Biochemie der Bewegungssysteme, Immunchemie, Membranbiochemie.

In den Übungen werden Themen aus der Vorlesung aufgegriffen und vertiefend geübt.

Im Praktikum werden folgende Inhalte vermittelt:

Enzymkinetik; Reinigung und Charakterisierung von Enzymen; Isolierung von RNA und Identifikation von Ribonukleotiden; Chemische Synthese von AMP aus Adenosin; Bestimmung des N-Terminus von Proteinen;

#### **Leistungsnachweis:**

Mündliche Prüfung zur Vorlesung, Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Biochemie I*.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 210 Stunden Anwesenheit, 110 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 70 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 390 Stunden.

## **Biochemie**

### **Modul Biochemische Methoden**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

Dozenten: Die Dozenten der Biochemie

Prüfer: Die Dozenten der Biochemie

#### **Lernziele:**

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

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

Vorlesung Biochemische Methoden (2 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS).

Praktikum (7 SWS) als Block im Anschluss an die Vorlesungszeit.

Die Veranstaltungen sollen im 5. Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

*Vorlesung Biochemische Methoden:* Reinigung, Aktivierung rekombinanter Proteine, Tagging Verfahren

Enzymkinetik: Steady State, schnelle Kinetik ( Stopped-Flow, T-Jump)

Ultrazentrifugation

Bindungsgleichgewichte: Formalismus, Methoden z. Bestimmung von Gleichgewichtskonstanten

Fluoreszenzspektroskopische Analyse, CD v. Proteinen

Elektrophorese: Prinzipien, Anwendung

Proteomanalyse, Protein-Protein-Interaktion, Quervernetzung

Protein-Nukleinsäure-Interaktion

In den Übungen werden Themen aus der Vorlesung aufgegriffen und vertiefend geübt.

Im Praktikum werden folgende methodische Ansätze an Modellreaktion behandelt:

Faltung und konformationelle Stabilität von Proteinen ; Protein-Liganden-Wechselwirkung;

Active Site Titration; Protein-Nukleinsäure-Interaktion (Gelretardation); Reinigung v. Proteinen;

#### **Leistungsnachweis:**

Mündliche Prüfung zur Vorlesung, Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahmen an den Modulen *Biochemie I*, *Biochemie II*.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 150 Stunden Anwesenheit, 80 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit sowie 40 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 270 Stunden.

## **Experimentalphysik**

### **Modul: Physik für Naturwissenschaftler**

Leistungspunkte für dieses Modul: 10

Dozenten: Dozenten der Experimentalphysik

Prüfer: Dozenten der Experimentalphysik

#### **Lernziele:**

Die Veranstaltung dient der Wiederholung des Schulstoffes und vertieft diesen auf den Gebieten Mechanik, Wellenlehre und Teilgebieten der Elektrizitätslehre. Die Studierenden sollen befähigt werden, in den Gebieten grundlegende physikalische Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und anwenden zu können. Dazu finden vertiefende Übungen sowie ein Praktikum statt.

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

Das Modul Physik für Naturwissenschaftler besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen

Vorlesung Experimentalphysik (4 SWS) mit begleitenden Übungen (2 SWS).

Diese Lehrveranstaltungen soll im ersten Studiensemester besucht werden.

Praktikum (3 SWS) als Block im Anschluss an die Vorlesungszeit.

Diese Lehrveranstaltungen sollen im zweiten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Schwerpunkte sind der Messvorgang und Einheitensysteme, Kinematik und Dynamik des Massenpunktes, Arbeit, Energie, Leistung und Drehbewegungen starrer Körper, erzwungene Schwingungen und Resonanz, Reflexion, Brechung, Beugung, Gruppen- und Phasengeschwindigkeit und die Gesetze der Elektrostatik. Die Übungen dienen der Vertiefung des Stoffes, insbesondere zur Befähigung, Anwendungsaufgaben sicher zu lösen. Im Praktikum werden folgende Versuche durchgeführt: Fehler einer Messung; Erzwungene Schwingungen; gekoppelte Pendel; Strom- und Spannungscharakteristiken von Bauelementen; Komplexe Widerstände; Beugung am Spalt, Mehrfachspalt und an Gittern; Das Spektralphotometer; Polarisation des Lichtes; Interferometer nach Michelson; Zählstatistik und  $\beta$ -Spektrum.

#### **Leistungsnachweis:**

Die Leistungen werden in einer 2-stündigen Klausur abgeprüft. Die Klausur umfasst den Stoff der Vorlesung. Ein Nachtermin wird zum Ende der vorlesungsfreien Zeit angeboten.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Keine.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen im ersten Studiensemester 45 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Im zweiten Studiensemester fallen 90 Stunden Anwesenheit, 60 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 300 Stunden.

## **Mathematik**

### **Modul: Mathematik für Biochemiker**

Leistungspunkte für dieses Fach: 8

Dozenten: Dozenten des Mathematik

Prüfer: Dozenten des Mathematik

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen lernen, mit grundlegenden anwendungsrelevanten Methoden und Techniken der Mathematik umzugehen. Darüber hinaus wird das Analyse- und Abstraktionsvermögen für die Lösung konkreter naturwissenschaftlicher Probleme geschult.

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

Vorlesung Mathematik 1 (2 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS) im ersten Studiensemester. Vorlesung Mathematik 2 (2 SWS) mit begleitenden Übungen (1 SWS) im zweiten Studiensemester.

Die Lehrveranstaltungen werden jeweils einmal jährlich angeboten.

### **Lerninhalte:**

Die Vorlesung Mathematik 1 soll elementare mathematische Grundlagen vom Funktionsbegriff über die Differential- und Integralrechnung vermittelt. In den begleitenden Übungen wird der Vorlesungsstoff aktiv und intensiv eingeübt. Dabei sollen möglichst praxisnahe Beispiele das Erlernen aktiver Problemlösung erleichtern.

In der Vorlesung Mathematik 2 erfolgt die Vermittlung weitergehender mathematischer Kenntnisse. Dabei umfasst der vermittelte Stoff Grundlagen der linearen Algebra und Vektoralgebra, Elemente der Vektoranalysis, gewöhnliche Differentialgleichungen, sowie elementare numerische Verfahren. Auch hier soll an praxisnahen Beispielen das erworbene Wissen in den Übungen aktiv vertieft werden.

### **Leistungsnachweis:**

Die Teilnehmer erhalten den Leistungsnachweis auf der Grundlage der bearbeiteten Übungsaufgaben und jeweils einer Klausur pro Semester.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

Keine, bzw. erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung Mathematik 1.

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen im ersten Studiensemester 45 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Im zweiten Studiensemester fallen 45 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 240 Stunden.

## **Botanik**

### **Modul Botanik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 5

Dozenten: Die Dozenten der Botanik

Prüfer: Die Dozenten der Botanik

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen einen Überblick über Aufbau, Funktion, Fortpflanzung und Evolution der Pflanzenwelt erwerben, wobei besonderes Gewicht auf die Samenpflanzen gelegt wird.

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

Vorlesung Botanik (2 SWS) und Praktikum (3 SWS) als Block nach der Vorlesungszeit.

Diese Lehrveranstaltungen sollen im ersten Studiensemester besucht werden.

Die Veranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

### **Lerninhalte:**

Die Vorlesung behandelt nach einer Einführung in die Bedeutung der Pflanzen und der Teilwissenschaften der Botanik zuerst den Bau der pflanzlichen Zelle und die Rolle der einzelnen Zellkomponenten, in Besonderheit jene die pflanzentypisch sind. Darauf aufbauend werden die verschiedenen Organisationsstufen der Pflanzenwelt vorgestellt vom Einzeller über die verschiedenen Thallusformen bis zu den Gefäßpflanzen. Letztere werden ausführlich in ihrer Morphologie und dem anatomischen Aufbau ihrer Organe (Wurzel, Spross, Blatt, Blüte) gezeigt samt den Abwandlungen der Organe für spezifische Funktionen und den Mechanismen der Fortpflanzung.

Sodann werden die Steuerung der Entwicklung durch äussere und innere Faktoren und die Wechselwirkung der Pflanzen mit ihrer unbelebten und belebten Umgebung durchgenommen. Schließlich werden die physiologischen Vorgänge in der Pflanze und ihre Bedeutung ausführlich erläutert, vor allem jene die nicht in tierischen Organismen vorkommen, also Photosynthese und deren Steuerung und Anpassung an ökologische Bedingungen, die pflanzlichen Besonderheiten der Dissimilation, der Wasserhaushalt, die Mineralstoffernährung und die Wege und Mechanismen des Nährstoff- und Assimilattransports.

Im Praktikum werden Versuche zur Photosynthese, zum Stärkeabbau und dessen Steuerung bei der Keimung, und zum Wassertransport in Wurzel, Spross und Blatt durchgeführt. Diese Versuche werden begleitet von der Anfertigung mikroskopischer Präparate und deren Dokumentation mit dem Ziel die Kenntnisse über den anatomischen Aufbau der Pflanzen zu vertiefen.

### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 75 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 150 Stunden.

## **Zoologie**

### **Modul Zoologie für Biochemiker**

Leistungspunkte für dieses Modul: 5

Dozenten: Die Dozenten der Zoologie

Prüfer: Die Dozenten der Zoologie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen einen Überblick über Aufbau, Funktion, Fortpflanzung und Evolution der Tierwelt erwerben, und besonders Organsysteme verstehen lernen.

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

Vorlesung Zoologie (2 SWS) und Praktikum (3 SWS)

Die Veranstaltungen sollen im ersten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Die Vorlesung behandelt nach der Evolution der tierischen Zelle die Prinzipien der phylogenetischen Klassifikation.

Darauf aufbauend werden Systematik, Bau und Funktion niederer und höherer Organismen abgehandelt sowie die Fortpflanzung und Entwicklung der Tiere besprochen.

Die Evolution von Organsystemen soll an den Beispielen Skelett, Nervensystem, Atmungsorgane und Blutgefäßsystem, sowie Exkretionsorgane und Verdauungsapparat eingehend erläutert werden. Außerdem wird das Thema Tiere als Krankheitserreger und Krankheitsüberträger sowie Parasiten des Menschen den Studierenden vermittelt.

Das in der Vorlesung erworbene Wissen wird in dem begleitenden Praktikum vertieft, wobei hier neben der wissenschaftlichen Mikroskopier- und Zeichentechnik die Grundbaupläne im Tierreich sowie die Histologie wichtiger Gewebe eingehend behandelt werden. So werden exemplarisch Einzeller (Protisten), Evertebraten (Cnidarier, Plathelminthes, Nematelminthes, Annelida, Crustacea, Insecta, Mollusca), Chordaten und Vertebraten (Acrania, Pisces, Mammalia) besprochen.

Begleitend zum Praktikum *Morphologie, Anatomie und Cytologie der Tiere*

soll im Tutorium der durchzuführende Praktikumsablauf besprochen, sowie die Besonderheiten des jeweiligen Vertreters der Tierwelt hervorgehoben und der Vorlesungsstoff auf die für das Praktikum erforderliche Tiefe gebracht werden.

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung, Schriftliche Prüfung zu den Praktikumsaufgaben.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 75 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 150 Stunden.



## **Zellbiologie**

### **Modul: Zellbiologie**

Leistungspunkte für dieses Modul: 3

Dozenten: Die Dozenten der Zellbiologie

Prüfer: Die Dozenten der Zellbiologie

### **Lernziele:**

Im Modul wird ein grundlegendes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise eukaryontischer Zellen vermittelt. Dabei werden zellbiologische Fragestellungen mit den Nachbardisziplinen Molekularbiologie, Biochemie, Histologie und Pathologie verknüpft.

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

Vorlesung Zellbiologie (2 SWS).

Die Veranstaltung soll im vierten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltung wird einmal jährlich angeboten.

### **Lerninhalte:**

Aufbau und Evolution eukaryontischer Zellen werden im Vergleich zu prokaryontischen Zellen vorgestellt. Die Grundfunktionen der Zelle werden ausgehend von der molekularen Ebene bis hin zu der Eingliederung in Gewebeverbände präsentiert. Dabei werden u.a. die folgenden Themenkreise diskutiert: Biomembranen, Zellarchitektur, intrazelluläre Transportprozesse, Cytoskelett und Zellmotilität, Bioenergetik, Zellzyklus, Zelldifferenzierung und Zelltod. An ausgewählten Beispielen werden Verbindungen von Fehlfunktionen der Zelle zu pathologischen Prozessen aufgezeigt

### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 30 Stunden Anwesenheit, 30 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 90 Stunden.

## **Genetik**

### **Modul Allgemeine Genetik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 6

Dozenten: Die Dozenten der Genetik

Prüfer: Die Dozenten der Genetik

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Grundlagen in der klassischen und molekularen Genetik erwerben und die wichtigen gentechnischen Anwendungen in Theorie und Praxis kennen lernen.

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

Vorlesung Allgemeine Genetik (2 SWS) mit begleitendem Seminar/Übung (1 SWS).

Praktikum (2 SWS) als Block nach der Vorlesungszeit.

Die Veranstaltungen sollen im dritten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

Die theoretische Behandlung in der Vorlesung wird mit dem parallel laufenden Seminar/Übungen vertieft. An jedem Vorlesungstermin wird den Studierenden ein Fragenblatt zur Bearbeitung übergeben; Antworten werden am folgenden Übungstermin vorgestellt und diskutiert.

Im einwöchigen Blockpraktikum, das an Vorlesung und Übungen anschließt, werden elementare Methoden und Begriffe im Rahmen von Experimenten mit Bakterien und Bakteriophagen durchgeführt.

#### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung werden die Grundlagen der klassischen und molekularen Genetik behandelt, nämlich Struktur der Erbinformation (DNA, RNA, Chromosomen), Weitergabe der Erb-information (DNA-Replikation, Mitose, Meiose), Funktion der Erbinformation (Transkription, Prozessierung, Translation, Regulation der Genexpression), Stabilität der Erbinformation (spontane und induzierte Mutationen, DNA-Reparatur, Rekombination, bewegliche genetische Elemente, Viren, Krebs).

Die wichtigen gentechnischen Anwendungen, die sich aus dem theoretischen Verständnis ergeben haben, werden vorgestellt: DNA-Hybridisierung, DNA-Chips, Polymerasekettenreaktion (PCR), DNA-Sequenzierung, Genomprojekte, rekombinante Gentechnologie, Klonierung, gentechnisch veränderte Organismen (GVO), gezielte Geninaktivierung, Reporterkonstrukte, Expressionsvektoren, RNA-Interferenz.

Das Praktikum beinhaltet ein Klonierungsexperiment (DNA-Fragment-Herstellung durch PCR, Gelelektrophorese, Restriktion, Ligation, Transformation von *E. coli*, Plasmid-präparation) und Experimente zu Mutagenese, DNA-Reparatur, Genkartierung, und Genregulation.

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zu den Lerninhalten von Vorlesung, Seminar/Übungen und Praktikum.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 75 Stunden Anwesenheit, 55 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 50 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 180 Stunden.

## **Genetik**

### **Modul Genetik/Gentechnik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

*Dozenten:* Die Dozenten der Genetik

*Prüfer:* Die Dozenten der Genetik

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen vertieft das gesamte Methodenspektrum der Gentechnologie einschließlich der theoretischen Hintergründe verstehen und in dem Praktikum fundamentale Techniken erlernen und erfolgreich anwenden.

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

Vorlesung Genetik/Gentechnik (2 SWS) mit begleitenden Übungen/Seminar (2 SWS).

Praktikum (5 SWS) in der vorlesungsfreien Zeit als Block.

Die Veranstaltungen sollen im fünften Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Das Modul vermittelt die wichtigsten gentechnischen Methoden in einer 30-stündigen Vorlesung. Zu den behandelten Themen gehören die Biologie und Anwendung der drei Restriktions- und Modifikationssysteme, Vektoren für *Escherichia coli* und Eukaryoten, Klonieren eukaryotischer Gene, Anlegen von Genbibliotheken, PCR-Methoden, Kartierung des 5' und 3' Endes von bakterieller mRNA, Nachweis der Bindung von Proteinen an DNA (Nitrocellulose-Filterbindungstest, Bandschift-Assay, DNA-Footprinting Methoden) und RNA (Toeprint-Assay), Phagen- und Ribosomen-Display, SELEX, Bending- und-Tagging Vektoren, Transkriptions-, Translations- und Signalsequenz-Fusionen, Nachweis von Protein-Protein Interaktionen (Crosslinking, Two-Hybrid System, Interactom), Produktion von rekombinanten Proteinen, gentechnische Methoden in der Humanmedizin (Nachweis von Erbkrankheiten mit verschiedenen Methoden, Präimplantationsdiagnostik, somatische Gentherapie), Genomics, Transcriptomics, Metagenomics und Proteomics. In begleitenden Übungen werden ausgewählte genetische und gentechnische Methoden vertiefend behandelt. Im praktischen Teil werden wichtige gentechnische Methoden erlernt (z.B. Herstellung und Analyse rekombinanter Plasmide, Transposoninsertionskartierung durch inverse PCR, Überproduktion eines Proteins in *Escherichia coli*, Erzeugung und Nachweis einer Deletion durch homologe Rekombination in *Bacillus subtilis*, Two-Hybrid-Experimente in Hefe).

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Klausur zu den Inhalten von Vorlesung, Übungen und Praktikum.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Voraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme am Modul *Allgemeine Genetik*.

#### **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.

## **Mikrobiologie**

### **Modul Molekulare Biologie und Technologie der Mikroorganismen**

Leistungspunkte für dieses Modul: 6

*Dozenten:* Die Dozenten der Mikrobiologie

*Prüfer:* Die Dozenten der Mikrobiologie

#### **Lernziele:**

Den Studierenden werden die molekularen Grundlagen der Mikrobiologie von Bakterien, Hefen, Pilzen und Bakteriophagen vermittelt. Die Studierenden sollen die wichtigsten Mikroorganismen identifizieren können, ihre Stoffwechsellösungen und deren molekulare Grundlagen kennen lernen und die Bedeutung von Mikroorganismen in der Biotechnologie, Lebensmitteltechnologie, Medizin und Hygiene verstehen.

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

Vorlesung Molekulare Biologie und Technologie der Mikroorganismen (2 SWS) mit begleitenden Übungen/Seminar (1 SWS) und Praktikum (2 SWS).

Diese Lehrveranstaltungen sollen im dritten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten..

#### **Lerninhalte:**

Die Vorlesung beinhaltet insbesondere Ernährung und Züchtung von Mikroorganismen; Wachstum und Wachstumskontrolle; Gärungen, aerober und anaerober respiratorischer Stoffwechsel; Prinzipien der Molekularbiologie; Regulation und Genexpression; Gentechnik und Biotechnologie; Biokatalyse; Stoffwechselwege bei Mikroorganismen; Bildung sekundärer Metabolite und industrielle Mikrobiologie; kommunale Abwasserklärung; Mikrobiologie des Trinkwassers; Mikrobielle Evolution und Systematik; Diversität von Mikroorganismen und Stoffwechsellösungen; Wechselwirkungen mit Wirten, Mikrobiologie der Lebensmittel; Aspekte der medizinischen Mikrobiologie; Vermittlung der wichtigsten Regelwerke auf dem Gebiet der Mikrobiologie.

Gegenstand von Seminar und Praktikum sind Theorie und Praxis der Kultivierung von Mikroorganismen in festen und flüssigen Medien; Techniken für die Abtötung, den Ausschluss und die sichere Handhabung von Mikroorganismen; mikroskopische Techniken; Selektion von Mikroorganismen; Prüfung auf Sensitivität und Konzentration von Antibiotika und Wirkstoffen; Nachweis und Analyse wichtiger Mikroorganismengruppen und ihrer Leistungen; Hefen und alkoholische Gärung; Lactobacteriaceae und Milchsäurebildung; Enterobacteriaceae, Differentialdiagnose und gemischte Säuregärung; Clostridien und Buttersäuregärung; Azotobacter, Cyanobakterien und Fixierung von N<sub>2</sub>; Sporenbildner; Speicherstoffe; Identifizierung und Differentialdiagnose mikroskopischer Pilze; Lysozymwirkung und Zellaufschluss; polarographische Analyse der Zellatmung.

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung; gemeinsame schriftliche Prüfung zum Stoff des Seminars und des Praktikums.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Für das Praktikum und das Seminar sind die erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung Mikrobiologie und Grundkenntnisse in Mikrobiologie und chemischem Rechnen Voraussetzung.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 75 Stunden Anwesenheit, 55 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 50 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 180 Stunden.

## **Bioinformatik**

### **Modul: Grundlagen der Bioinformatik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 5

Dozenten: Die Dozenten der Bioinformatik

Prüfer: Die Dozenten der Bioinformatik

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Bioinformatik erwerben und die wichtigen Anwendungen in Theorie und Praxis kennen lernen.

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

Vorlesung Grundlagen der Bioinformatik (2 SWS) und Praktikum Grundlagen der Bioinformatik (3 SWS).

Die Lehrveranstaltungen sollen im vierten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung werden die Grundlagen der Zusammenhänge zwischen Information und Biologie dargestellt. Dabei werden sowohl die Anwendung informationstheoretischer Methoden zur Analyse molekularer biologischer Daten im Vordergrund (Datenbanken und Datenbanksuche, Sequenzen und Sequenzalignments, phylogenetische Stammbäume) als auch Grundlagen der molekularen Modellierung, der Strukturvorhersage und des Drug Designs behandelt.

Im Praktikum lernen die Studierenden, die verschiedenen informationstheoretischen Methoden an praktischen Beispielen anzuwenden (Nutzung des Internets für den Einsatz bioinformatischer Methoden, Benutzung web-basierter Datenbanken, Erstellen von Sequenzalignments, Molekulare Modellierung, Visualisierung biomolekularer Strukturen, Analyse metabolischer Netzwerke). Daneben erfolgt eine Einführung in das Betriebssystem UNIX.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Grundkenntnisse in Biochemie

#### **Leistungsnachweise:**

mündliche Prüfung für den Vorlesungsteil, Praktikumsprotokoll

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 75 Stunden Anwesenheit, 45 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 150 Stunden.

## **Biophysikalische Chemie**

### **Modul Einführung in die Biophysikalische Chemie**

Leistungspunkte für dieses Modul: 12

Dozenten: Die Dozenten der Biophysikalischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Biophysikalischen Chemie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen von Lebensprozessen und Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle erwerben. Weiterhin werden die wesentlichen physikalischen und theoretischen Techniken zur Bestimmung von Struktur und Dynamik von Biomolekülen vermittelt.

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

Vorlesung Einführung in die Biophysikalische Chemie (2 SWS) mit begleitenden Übungen/Seminar (2 SWS), sowie das Praktikum (9 SWS) als Blockveranstaltung im Anschluß an die Vorlesungszeit.

Die Lehrveranstaltungen sollen im fünften Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung werden die Grundlagen der Strukturen von biologischen Makromoleküle, ihre Symmetrien, Strukturhierarchien sowie deren experimentelle Bestimmung mittels physikalischer Methoden behandelt. Dabei werden die physikalischen Grundlagen (Elektromagnetische Wellen, thermodynamische Betrachtungen, Dipol-Dipol Wechselwirkungen) und die Anwendung verschiedener Techniken zur strukturellen Charakterisierung (u.a. Magnetische Kernresonanz, Röntgenkristallographie, optische Spektroskopie) sowie die Grundlagen der Moleküldynamik (Kraftfelder, numerische Integration der Bewegungsgleichungen und numerische Minimierung) erarbeitet.

Im anschließenden Praktikum Biophysikalische Chemie werden Versuche durchgeführt, damit die grundlegenden praktischen Ausführungen der experimentellen Techniken (hochauflösende magnetische Kernresonanz, Computerauswertung der NMR Messdaten, Strukturberechnung, Proteinkristallisation, optische Spektroskopie) kennengelernt werden.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

keine

#### **Leistungsnachweise:**

Schriftliche Prüfung zu den Lerninhalten der Vorlesung und des Seminars

Schriftliche Prüfung zu den Lerninhalten des Praktikums

Auswertungen der Praktikumsaufgaben

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 195 Stunden Anwesenheit, 105 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 60 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 360 Stunden.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Bakteriengenetik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

*Dozenten:* Die Dozenten der Genetik

*Prüfer:* Die Dozenten der Genetik

### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen vertieft die theoretischen Grundlagen der Bakteriengenetik im wesentlichen am Modellorganismus *Escherichia coli* erlernen und als vernetztes System verstehen. Wichtige neuere Forschungsergebnisse werden im Seminar vorgestellt, aktuelle Methoden im praktischen Teil erlernt.

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

Vorlesung Bakteriengenetik (2 SWS) mit begleitendem Seminar (2 SWS).

Diese Veranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Praktikum (5 SWS) als Block nach Vereinbarung.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

### **Lerninhalte:**

In der 30-stündigen Vorlesung werden die in der "Allgemeinen Genetik" behandelten Grundlagen vertieft und die Bakterienzelle als ein Netzwerk von Interaktionen dargestellt. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: Aufbau der Bakterienzelle in verschiedene Kompartimente mit den daran beteiligten Genen und Erläuterung wichtiger Proteine mit ihrer Funktion; Aufbau der Bakterienchromosoms in codierende und nicht-codierende Bereiche, repetitive Elemente und ihre Funktion (direkte und indirekte Wiederholungen, Repeats, IS-Elemente); Replikation und Zellteilung (Aufbau des Replisoms, Phasen der Replikation, Segregation der Tochterchromosomen, Phasen der Zellteilung); Mechanismen der Entstehung von Mutationen und ihr Nachweis und Reparatursysteme; Regulation der Genexpression auf den drei Ebenen DNA, RNA und Protein (Aktivierung kryptischer Gene, alternative Sigmafaktoren, Riboswitches, Zwei-Komponenten Systeme, Quorum Sensing, Mechanismen der Transkriptions-Attenuation, Abbau der mRNA, translationale und posttranslationale Kontrollsysteme); Qualitätskontrolle von Proteinen durch molekulare Chaperone, Faltungskatalysatoren und ATP-abhängige Proteasen; Sekretionssysteme (Sec, Tat, Systeme bei Gramnegativen Bakterien durch beide Membranen); Mechanismen der Anpassung an physikalischen und chemischen Stress (Hitze- und Kälteschock, hyperosmotischer und oxidativer Stress, pH-Stress); Mechanismen des horizontalen Gentransfers und ihre Bedeutung für die Evolution (Transformation, Konjugation, Transduktion); Differenzierung (Sporulation, Biofilm-Bildung).

### **Leistungsnachweis:**

Mündliche Prüfung und Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

Voraussetzung ist die bestandene Prüfung im Modul *Gentechnik*.

### **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.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Eukaryontengenetik**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

*Dozenten:* Die Dozenten der Genetik

*Prüfer:* Die Dozenten der Genetik

### **Lernziele:**

Den Studierenden sollen vertiefte Kenntnisse der Genetik insbesondere von komplexen, höheren Eukaryonten (Mensch, Tiere, Pflanzen) vermittelt werden. Insbesondere am Beispiel der genetischen Steuerung von Entwicklungsprozessen sollen die Studierenden an die Theorie und Praxis der aktuellen Forschung herangeführt werden.

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

Vorlesung (2 SWS) mit begleitendem Seminar (2 SWS).

Praktikum (5 SWS) als Blockveranstaltung.

Die Veranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

### **Lerninhalte:**

Die Modellorganismen der modernen experimentellen Genetik mit ihren methodischen Besonderheiten werden vorgestellt (*Drosophila melanogaster*, *Caenorhabditis elegans*, *Arabidopsis thaliana*, *Danio rerio*, *Mus musculus*) und zur Humangenetik ins Verhältnis gesetzt. Genetische Ansätze zur Untersuchung von Entwicklungsprozessen in Modellorganismen werden besprochen (Vorwärts- und Rückwärtsgenetik, Mutagenese, Isolierung von mutanten Linien, Kartierung von Mutationen und positionelle Klonierung von Genen, molekulare Methoden zur Charakterisierung der Genfunktion, transgene Organismen). Ausserdem werden besondere Aspekte der Humangenetik behandelt (Humangenom, Genetik der erworbenen Immunität und des MHC).

Im parallel durchgeführten Seminar werden Vorlesungsthemen durch Diskussion aktueller Forschungsarbeiten vertieft (z. B. zu X-Chromosomen-Inaktivierung, Klonierung durch Kernttransfer, Stammzellen, Mosaikanalysen zur Funktion von Morphogenen, HOX-Komplex, Apoptose, RNA-Interferenz).

Im dreiwöchigen Blockpraktikum werden Vorlesungsthemen mit Hilfe von Experimenten der klassischen und molekularen Genetik in erster Linie mit Hefen und *Drosophila* vertieft und wichtige Methoden erlernt (wie z.B. Koppelungsanalysen, Transgenkartierung, Two-Hybrid-Screen, Genbibliothek-Screening).

### **Leistungsnachweis:**

Mündliche Prüfung und Protokolle zu den Praktikumsaufgaben.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

Voraussetzung ist die bestandene Prüfung zum Modul *Allgemeine Genetik*.

### **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.



## **Wahlpflichtfach**

### **Modul Bioorganische Chemie**

Leistungspunkte für dieses Modul: 8

*Dozenten:* Die Dozenten der Organischen Chemie

*Prüfer:* Die Dozenten der Organischen 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.

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

Vorlesung Bioorganische Chemie (3 SWS) sowie Praktikum (6 SWS).

Die Lehrveranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **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, kombinatorische Synthese, Kohlenhydrate, Nucleinsäuren.*

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.

#### **Leistungsnachweis:**

Eine schriftliche oder mündliche Prüfung am Vorlesungsende über den Inhalt der Vorlesung, die zu 50 % in die Gesamtbewertung eingeht. Das Praktikum wird über Arbeitsberichte bewertet, deren Noten zu insgesamt 50 % in die Gesamtnote einfließen.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme an den Modulen *Organische Chemie I* und *Organische Chemie II*.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 135 Stunden Anwesenheit, 75 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 30 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 240 Stunden.

## **Wahlpflichtfach**

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

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

Dozenten: Die Dozenten der Zellbiologie

Prüfer: Die Dozenten der Zellbiologie

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis der Funktionsweise eukaryontischer Zellen erwerben, wobei sie wichtige Konzepte der zellbiologischen Forschung kennen lernen sollen. Es werden die allgemeinen Prinzipien dargestellt, die der Biogenese membranumschlossener Zellorganellen zugrunde liegen, und die Funktionsweise der wichtigsten Zellorganellen wird erarbeitet.

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

Vorlesung 2 SWS, Seminar 2 SWS, Praktikum 5 SWS;

Praktikum und Seminar als Blockveranstaltung.

Die Veranstaltungen sollen im 3. Studienjahr besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **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. Allgemeine Mechanismen des Aufbaus und der Vererbung von Zellorganellen und die Funktionsweise der wichtigsten Organellen werden detailliert dargestellt. 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 (einfache 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. Insbesondere soll das Konzept der Erforschung grundlegender zellulärer Prozesse mit geeigneten Modellorganismen verdeutlicht werden, und aktuelle Entwicklungen der zellbiologischen Methodik sollen dargestellt werden.

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung, benoteter Seminarvortrag und benotetes Protokoll.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul Zellbiologie.

#### **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.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Mikrobiologie : Molekulare Biologie und Technologie der Mikroorganismen - Aer- ober und anaerober Metabolismus der Mikroorganismen**

Leistungspunkte für dieses Modul: 14

Dozenten: Die Dozenten der Mikrobiologie

Prüfer: Die Dozenten der Mikrobiologie

#### **Lernziele:**

Synthese von Biopolymeren; Bedeutung der „Building Blocks“; besondere Stoffwechselwege; die medizinische, hygienische und industrielle Bedeutung der Sekundärmetaboliten; die Abbauleistungen von Mikroorganismen hinsichtlich unterschiedlicher Biopolymere; Abbau von BTEX-Aromaten und chlorierter Kohlenwasserstoffe; der industrielle Einsatz der Mikroorganismen.

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

Vorlesung 2 SWS, Seminar 2 SWS, Praktikum 10 SWS (Blockveranstaltung)

Die Veranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Veranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Die Vorlesung beinhaltet: Die Stoffwechselwege aerober und anaerober Mikroorganismen, die zur Biosynthese von zellulären Biopolymeren, wie Aminosäuren, Nukleotide, Lipide und Kohlenhydrate führen; die Bedeutung der wichtigen „Building Blocks“ bei diesen Synthesen; die Abbauewege von Biopolymeren wie Glykogen, Stärke, Pektin, Cellulose und Lignin; die Rolle von Exoenzymen in den Abbauewegen und die wirtschaftliche Bedeutung und Verfahren zur Gewinnung dieser Enzyme; die Bedeutung der Mikroorganismen beim Abbau aliphatischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe anhand besonderer Verbindungen wie Alkanen, BTEX-Aromaten, chlorierten Kohlenwasserstoffen. Die Regulation von bakteriellen Stoffwechselwegen ist ebenfalls ein Gegenstand dieser Vorlesung. Die unvollständige Oxidation und die Gewinnung von Essigsäure sowie weitere industriell wichtiger organischer Säuren werden besprochen.

Gegenstand von Seminar und Praktikum sind: Theorie und Praxis des Wachstum von Bakterien auf unterschiedlichen Substraten, die das „Diauxie“ Phänomen verdeutlichen; Isolierung und Charakterisierung subzellulärer Enzyme aus carboxidotrophen Bakterien; Nachweis der Bildung des Exoenzyms Protease während des Wachstums; Charakterisierung des Enzyms Kohlenmonoxid-Dehydrogenase mit Hilfe von nativen und SDS-Gelen; Annotierung und Blasten genomischer Sequenzen; Plasmidanalyse mit Hilfe von Restriktionsenzymen; die Wirkung von Antibiotika auf unterschiedliche Bakterien; Identifizierung von Mikroorganismen aus einer Mischkultur; Mikroorganismen in modernen probiotischen und klassischen Joghurts.

#### **Leistungsnachweis:**

Gemeinsame schriftliche Prüfung zum Stoff der Vorlesung und des Praktikums, regelmäßige Teilnahme am Seminar und ein 10-minütiger Vortrag in englischer Sprache im Seminar.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Molekulare Biologie und Technologie der Mikroorganismen*, Kenntnisse über Stoffwechselvorgänge und chemisches Rechnen.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 210 Stunden Anwesenheit, 110 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 90 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 420 Stunden.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Mikrobiologie: Molekulare Biologie und Technologie der Mikroorganismen - Mikrobielle Chemolithoautotrophie und C<sub>1</sub>-Metabolismus**

Leistungspunkte für dieses Modul: 4

Dozenten: Die Dozenten der Mikrobiologie

Prüfer: Die Dozenten der Mikrobiologie

#### **Lernziele:**

Die fortgeschrittenen Studenten werden ausgewählte Aspekte der Chemolithoautotrophie und des C<sub>1</sub>-Metabolismus von Mikroorganismen kennenlernen: Physiologie und Biochemie der Acetogenen; einige ausgewählte metallhaltige Enzyme, insbesondere die Mo-, Cu- oder Mn-haltigen Enzyme; Kristallstrukturen der ausgewählten Enzyme; Nitrifikation und Denitrifikation; Formaldehyd-Fixierung; Methylo trope Bakterien; Methanmonooxygenase; Funktion von Rubisco, CO<sub>2</sub>- und CO-Fixierung; Erzlaugung; Archaeen und ihre Besonderheiten.

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

Vorlesung 2 SWS und Seminar 2 SWS.

Die Veranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Veranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

Ursprung des Lebens; chemische Evolution; die Wächterhäuser-Hypothese; Leben auf anderen Planeten; Physiologie und Biochemie der Chemolithoautotrophie; Methanogene Archaeen; methylo trope Bakterien und Hefen; Kristallstruktur und Funktion der Methanmonooxygenase; Wege der Formaldehyd-Fixierung; Knallgasbakterien; anaerobe und aerobe Carboxidotrophie; Kristallstruktur der CO-Dehydrogenase; Mechanismen der CO<sub>2</sub>-Fixierung; Kristallstruktur und Funktion von Rubisco; Nutzung von Cyanid, Aminen und ebenso Antimon als Energiequelle; Nitrifikanten und Denitrifikanten, Eisenoxidation und Erzlaugung; Veratmung von Eisen, Mangan und anderer Elektronenakzeptoren; neue Kofaktoren und prosthetische Gruppen in chemolithoautotrophen Bakterien, Archaeen und Hefen.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul *Aerober und Anaerober Metabolismus der Mikroorganismen*.

#### **Leistungsnachweis:**

Schriftliche Prüfung zur Vorlesung, regelmäßige Teilnahme am Seminar und ein 10-minütiger Vortrag in englischer Sprache im Seminar.

#### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Für die Lehrveranstaltungen fallen 60 Stunden Anwesenheit, 40 Stunden Vor- und Nachbereitung sowie 20 Stunden Prüfungsvorbereitung an. Damit beträgt der Gesamtaufwand 120 Stunden.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Bioinformatik: Molekulare Modellierung**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

Dozenten: Die Dozenten der Bioinformatik

Prüfer: Die Dozenten der Bioinformatik

#### **Lernziele:**

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse der Methoden und Anwendungen der Molekularen Modellierung biologischer Makromoleküle erwerben.

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

Vorlesung 2 SWS mit begleitendem Seminar 2 SWS, Praktikum 5 SWS.

Die Lehrveranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung Bioinformatik und molekulare Modellierung werden die grundlegenden 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.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Grundkenntnisse in Strukturbiochemie, Grundkenntnisse in UNIX für das Praktikum

#### **Leistungsnachweise:**

mündliche Prüfung für den Vorlesungsteil, Praktikumsprotokoll, Vortrag im Seminar

#### **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.

## **Wahlpflichtfach**

### **Modul: Biophysikalische Chemie - Mehrdimensionale NMR Spektroskopie an biologischen Makromolekülen**

Leistungspunkte für dieses Modul: 9

Dozenten: Die Dozenten der Biophysikalischen Chemie

Prüfer: Die Dozenten der Biophysikalischen Chemie

#### **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.

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

Vorlesung 2 SWS mit begleitenden Übungen 2 SWS, Praktikum 5 SWS als Blockveranstaltung.

Die Lehrveranstaltungen sollen im sechsten Studiensemester besucht werden.

Die Lehrveranstaltungen werden einmal jährlich angeboten.

#### **Lerninhalte:**

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen der mehrdimensionalen NMR Spektroskopie (Produktoperatorformalismus, Kohärenztransfer, zwei- und höher dimensionale 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.

#### **Teilnahmevoraussetzung:**

Erfolgreiche Teilnahme am Modul Biophysikalische Chemie.

#### **Leistungsnachweise:**

Schriftliche Prüfung zu den Lerninhalten der Vorlesung und des Seminars

Schriftliche Prüfung zu den Lerninhalten des Praktikums

Auswertungen der Praktikumsaufgaben

#### **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.

## **Bachelorarbeit**

### **Modul: Bachelorarbeit**

Leistungspunkte für dieses Modul: 12

Dozenten: alle prüfungsberechtigten Dozenten der naturwissenschaftlichen Fächer

Prüfer: alle prüfungsberechtigten Dozenten der naturwissenschaftlichen Fächer

### **Lernziele:**

Die Studierenden bearbeiten eine gestellte Aufgabe zu einer begrenzten biochemischen Thematik nach Anleitung des/der Betreuenden in Eigenverantwortung und legen ihre Ergebnisse nebst kritischer Würdigung schriftlich, in einer den fachlichen Gepflogenheiten entsprechenden Form nieder.

### **Lerninhalte:**

Die Lerninhalte betreffen aktuelle Forschungsthemen der jeweiligen Fächer und unterliegen somit einer dynamischen Weiterentwicklung, an der die Studierenden aktiv teilnehmen. Sie spiegeln in der Regel den aktuellen Stand der Forschung auf dem betreffenden Teilgebiet wider. Diese Inhalte und die angebotenen Themen können von den Studierenden beim jeweiligen Dozenten erfragt werden.

### **Teilnahmevoraussetzung:**

Voraussetzung ist die Teilnahme an den Pflicht- und Wahlpflichtmodulen der ersten fünf Fachsemester.

### **Leistungsnachweise:**

Vorlage der schriftlichen Fassung der Bachelorarbeit in einer der Prüfungsordnung entsprechenden Form

### **Studentischer Arbeitsaufwand:**

Der studentische Aufwand für die Bachelorarbeit beträgt insgesamt 360 Stunden.