



**UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG**  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

Fakultät für Chemie und Geowissenschaften  
Fakultät für Biowissenschaften

# **Master of Science (M.Sc)**

# **Biochemie**

Studienplan mit Modulbeschreibungen

Zur Master-Prüfungsordnung vom 13. Februar 2017

Studiengang Master Biochemie 100%

Vollzeitstudiengang, Regelstudienzeit vier Semester, 120 LP

Stand: 3.7.2019

# Modulhandbuch

## Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Master Biochemie

<b>Studienform:</b>	Vollzeit
<b>Regelstudienzeit:</b>	vier Semester
<b>Einführungsdatum:</b>	29.10.2014
<b>Fachwissenschaftlicher Zuordnungen:</b>	Biochemie, Chemie, Biowissenschaften
<b>Studienstandort:</b>	Heidelberg
<b>Anzahl der im Studiengang zu erwerbenden Leistungspunkte:</b>	120 LP
<b>Anzahl der Studienplätze:</b>	25
<b>Gebühren/Beiträge:</b>	gemäß allgemeiner Regelungen der Universität Heidelberg

**Zielgruppen / Adressaten:** Absolventen des Studienfachs Bachelor-Biochemie und Bachelor-Absolventen naturwissenschaftlicher Studiengänge mit einem Biochemie-Anteil mindestens im Rahmen eines Nebenfachs.

# I. Qualifikationsziele und Überblick über den Studiengang

## 1. Präambel: Qualifikationsziele der Universität Heidelberg

Anknüpfend an ihr Leitbild und ihre Grundordnung verfolgt die Universität Heidelberg in ihren Studiengängen fachliche, fachübergreifende und berufsfeldbezogene Ziele in der umfassenden akademischen Bildung und für eine spätere berufliche Tätigkeit ihrer Studierenden.

Das daraus folgende Kompetenzprofil wird als ein für alle Disziplinen gültiges Qualifikationsprofil in den Modulhandbüchern aufgenommen und in den spezifischen Qualifikationszielen sowie den Curricula und Modulen der einzelnen Studiengänge umgesetzt:

- Entwicklung von fachlichen Kompetenzen mit ausgeprägter Forschungsorientierung;
- Entwicklung transdisziplinärer Dialogkompetenz;
- Entwicklung von personalen und Sozialkompetenzen;
- Förderung der Bereitschaft zur Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung auf Grundlage der erworbenen Kompetenzen.

## 2. Qualifikationsziele des Masterstudiengangs Biochemie.

Im Rahmen der Pflichtmodule Biochemie vertiefen die Studierenden das für die Arbeit im biochemischen Labor notwendige Fachwissen in Theorie und Methodik.

Im Wahlbereich können die Studierenden den Schwerpunkt der Ausbildung in der interdisziplinären Fachrichtung Biochemie, nach individuellem Interesse, zwischen den zugrundeliegenden Fachrichtungen Chemie und Biowissenschaften selbst bestimmen.

Dies erlaubt den Studierenden, sich schon während des Studiums gezielt auf eine angestrebte Tätigkeit vorzubereiten (z.B. Röntgenstrukturanalyse oder Massenspektroskopie zur Proteinanalytik in der forschenden Pharmaindustrie).

Durch entsprechende Kombination der Wahlmodule können die Studierenden den Schwerpunkt ihrer Ausbildung entweder generell und interdisziplinär oder bereits fokussiert auf ein bestimmtes Themengebiet halten.

Absolventen des Masterstudiengangs Biochemie entwickeln somit die für den individuell angestrebten beruflichen Erfolg wichtigen Schlüsselqualifikationen und die Fähigkeit zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten.

### Fachliche und überfachliche Qualifikationsziele

Im Zentrum des Masterstudiengangs Biochemie stehen die Pflichtmodule Pathobiochemistry, Focus in Biochemistry und die beiden Forschungspraktika Biochemie.

Die Inhalte der Vorlesung Pathobiochemistry bauen auf den Grundkenntnissen des Bachelorstudiengangs auf. Interaktionen organischer Biomoleküle ergeben die Komplexität des Lebens. Dysfunktionen solcher Interaktionen können sich u.a. in Krankheitsbildern manifestieren, weshalb ausgewählte Krankheitsbilder einen Schwerpunkt der Vorlesung die Pathobiochemie darstellen. Ziel ist es, das komplexe Zusammenspiel von Biomolekülen zu beschreiben und auf molekularer Ebene zu verstehen. Die Studierenden erlangen die

Fähigkeit, Grundprinzipien molekularer Mechanismen auf neue, unbekannte Problemstellungen zu übertragen.

In Vorbereitung auf die Forschungspraktika im Pflichtprogramm und den experimentellen Teil der Masterarbeit bekommen die Studierenden im Rahmen des Moduls Focus in Biochemistry die Gelegenheit, aktuelle Forschungsinteressen von Heidelberger Wissenschaftlern kennenzulernen. Forschungsgruppenleiter aus den Bereichen Chemie, molekulare Biowissenschaften und der Biochemie diskutieren im Rahmen von wissenschaftlichen Seminaren mit den Studierenden die Fragestellungen, Denkansätze und experimentelle Herangehensweise ihrer jeweiligen Forschungsprojekte. Im Anschluss verfassen die Studierenden ein Project-Proposal, in dem die wissenschaftliche Fragestellung des jeweiligen Wunschprojektes sowie eine experimentelle Herangehensweise dargestellt werden. Die Forschungspraktika und Masterarbeit geben den Studierenden die Gelegenheit, das Erlernete in der Praxis anzuwenden und am Beispiel aktueller Forschung zu vertiefen.

Im Wahlbereich werden die Studierenden, je nach gewünschtem Wahlfach, mit tiefgehenden Spezialisierungen, Fragestellungen und Labortechniken konfrontiert.

### **Kompetenzvermittlung durch das Studium**

- Erweiterung und Vertiefung der im Bachelorstudium vermittelten biochemischen Kenntnisse in Theorie und Praxis
- Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit im biochemischen Labor
- Fähigkeit zur Darstellung und Planung wissenschaftlicher Fragestellungen bis hin zum Projektantrag
- Kompetenzen in Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Forschungsergebnisse
- Fähigkeit zur systematischen Problemerkfassung und zur Erarbeitung von Lösungsansätzen
- Organisationsfähigkeit (Arbeitsprozesse sinnvoll, termingerecht zu gliedern und zu protokollieren)
- Fähigkeit, in komplexen Arbeitszusammenhängen mit anderen zu kooperieren

### **Absolventenprofil**

Das erfolgreiche Studium des Studiengangs Biochemie Master ermöglicht eine Tätigkeit sowohl im akademischen Umfeld als auch in Wirtschaftsunternehmen v.a. der pharmazeutischen Industrie, Unternehmensberatungen oder Pressewesen, sowie vielfältige Beschäftigungsmöglichkeiten im Bereich Public Health, Umwelt- und Naturschutz oder Patentrecht.

## **Begründung für kumulative Prüfungen und Begründung für Module mit einer Dauer von über zwei Semestern:**

Einige Module bestehen aus einem theoretischen Teil mit Vorlesung und einem praktischen Teil mit begleitendem Seminar. Es ist wichtig, beide Teile abzuprüfen und in die Modulnote einfließen zu lassen. Für die Studierenden hat dies den Vorteil, dass der Klausurrelevante Stoff portionsweise gelernt werden kann. Das Modul Mathematik umfasst zwei Vorlesungen, wobei jede mit einer Klausur abgeschlossen und die Fülle des zu erlernenden Stoffes auf zwei Semester verteilt wird. Von den beiden Mathematikklausuren bleibt die schlechtere Note unberücksichtigt und nur die bessere Note bildet die Modulnote, sodass der Leistungsdruck der Studierenden vermindert wird.

## **Lehrformen**

In den verschiedenen Lehrveranstaltungsarten werden vorwiegend folgende Lehr- und Lernformen verwendet:

- Vorlesung: Vortrag der Lehrenden, Vor- und Nachbereitung durch Selbststudium
- Übung/Tutorium: Selbststudium, Bearbeiten von Übungsblättern, aktive Fragen und Diskussionen
- Seminar: Vortrag der Lehrenden, Selbststudium/Lektüre, Verfassen von Hausarbeiten/Referaten, Vorträge der Studierenden, aktive Fragen und Diskussionen
- Praktikum: Durchführung und Auswertung von Laborversuchen, Verfassen von Versuchsprotokollen

## **Prüfungsformen**

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden jeweils zu Beginn der Veranstaltungen bekanntgegeben.

### **3. Übersicht über den Studiengang**

#### **Das Fach**

Die Biochemie verfolgt das Ziel, die molekularen Strukturen und die chemischen Vorgänge auf allen Organisationsstufen der Lebewesen zu erforschen und zu beschreiben. Grundlagen sind die Sichtweisen, Kenntnisse und Methoden der organischen, anorganischen und physikalischen Chemie sowie der molekularen Biologie.

Zu den Gegenständen der Biochemie gehören etwa die Struktur, Biosynthese und Funktion von Proteinen, Lipiden, Kohlenhydraten und Nukleinsäuren, der Stoffwechsel und seine Regulation, die Mechanismen der enzymatischen Katalyse, der Aufbau und die Wirkweise von molekularen Maschinen für Zelltransport und Bewegung, die Zusammensetzung, Eigenschaften und Funktion von Membranen sowie die Mechanismen der zellulären Energieumsetzung und der biologischen Signalprozesse.

Die Biochemie bestimmt damit Grundlagen der Forschung vieler Gebiete der Biowissenschaften einschließlich ihrer angewandten Disziplinen und initiiert in zunehmendem Maße Forschungsvorhaben in der chemischen Grundlagenforschung.

#### **Studienaufbau**

Der Master-Studiengang Biochemie ist für ein viersemestriges interdisziplinär ausgerichtetes Studium konzipiert, das mit der Verleihung des Studiengrades Master of Science (M.Sc.) abgeschlossen wird. Das Studienangebot ist in Module gegliedert, in denen jeweils ein Stoffgebiet thematisch und zeitlich zusammengefasst in Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Seminaren, Übungen, Laborpraktika) gelehrt und mit einer Prüfung abgeschlossen wird. Studienbegleitende Module werden in den ersten drei Semestern absolviert, im vierten Semester wird die Masterarbeit angefertigt.

Für erfolgreich absolvierte Module werden Leistungspunkte vergeben; bis zum Studienabschluss sind 120 Leistungspunkte zu erwerben.

Das Master-Studium Biochemie gliedert sich in Pflicht- und Wahlpflichtmodule.

Das Pflichtmodul Pathobiochemistry vermittelt vertiefte Kenntnisse in Theorie und Praxis der biochemischen Forschung. Das interdisziplinäre Pflichtmodul Focus in Biochemistry bietet den Studierenden Einblick in aktuelle Forschung ausgewählter chemischer und biologischer Heidelberger Institute und dient auch als Orientierungshilfe für die Wahl des Forschungsschwerpunktes innerhalb der Masterarbeit. Zwei achtwöchige Forschungspraktika sind ebenfalls fester Bestandteil des Pflichtprogramms.

Zusätzlich zu den Pflichtmodulen Biochemistry, Focus in Biochemistry und den beiden Forschungspraktika werden aus einem interdisziplinären Lehrangebot der Chemie und Biologie insgesamt drei Wahlpflichtmodule ausgewählt. Dies gestattet es den Studierenden individuell den Schwerpunkt zwischen Chemie und Biologie selbst zu legen.

Mit der Modularisierung des Studiengangs soll auch die Mobilität der Studierenden gefördert werden. Als Fenster für ein Auslandssemester wird das 3. oder 4. Studiensemester empfohlen. In Absprache mit dem Studiendekan der Lehrinheit Biochemie können Lehrveranstaltungen dieser Semester, inklusive der Masterarbeit, im Ausland absolviert werden.

Nachfolgend werden die einzelnen Module ausführlich beschrieben. Die zu absolvierenden Module werden in einem schematischen Modellstudienplan dargestellt. Die zeitliche Organisation und die Reihenfolge, in der die Module absolviert werden, ist nicht an Semester gebunden und soll von den Studierenden eigenständig geplant werden. Die Module müssen allerdings in folgenden Blocks nacheinander absolviert werden:

**Block 1:** 4 Module Vorlesungen (Pathobiochemistry + 3x Wahlpflichtmodule) und 4 Module Forschungspraktika (2x FP Wahlpflicht, 2x FP Biochemie)

**Block 2:** Focus Biochemistry

**Block 3:** Masterarbeit

## Modellstudienplan

<b>Master Biochemie Heidelberg</b>	
<b>V Wahlpflicht I</b> Vorlesung 5 LP	<b>V Wahlpflicht II</b> Vorlesung 5 LP
<b>FP Wahlpflicht I</b> Forschungspraktikum <span style="float: right;">15 LP</span>	
<b>FP Wahlpflicht II</b> Forschungspraktikum <span style="float: right;">15 LP</span>	
<b>V Pathobiochemistry</b> Vorlesung 5 LP	<b>V Wahlpflicht III</b> Vorlesung 5 LP
<b>FP Biochemie I</b> Forschungspraktikum <span style="float: right;">15 LP</span>	
<b>FP Biochemie II</b> Forschungspraktikum <span style="float: right;">15 LP</span>	
<b>Focus Biochemistry</b> Project Proposal <span style="float: right;">10 LP</span>	
<b>Masterarbeit</b> 30 LP	

  

<b>Pflichtmodule</b>
<b>1. Pathobiochemistry</b> Vorlesung und Seminar
<b>2. FP Biochemie I + II</b> zwei Forschungspraktika, je 8 Wochen
<b>2. Focus Biochemistry</b> - 15 wissenschaftliche Vorträge mit schriftlicher Zusammenfassung - Verfassen eines Project-Proposals vor Beginn der Masterarbeit

  

<b>Wahlpflichtmodule</b>
( insgesamt drei Vorlesungen und zwei Forschungspraktika, je 8 Wochen )
<b>1. Frontiers in Biosciences I</b>
<b>2. Frontiers in Biosciences II</b>
<b>3. Xray Structure and Spectroscopy</b>
<b>4. Bioanorganische Chemie</b>
<b>5. Biophysikalische Chemie</b>
<b>6. Organische Chemie Heterozyklen</b>
<b>7. Organische Chemie Stereochemie</b>
<b>8. Bioinformatics / Molecular Dynamics</b>
<b>9. Pharmazeutische Chemie</b>
<b>10. Wirkstoffforschung</b>
<b>11. Machine Learning</b>

## II. Modulbeschreibungen

### 1. Pflichtmodule

#### **Pflichtmodul Pathobiochemistry**

##### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Die Inhalte der Vorlesung Biochemistry bauen auf den Grundkenntnissen des Bachelorstudiengangs auf. Interaktionen organischer Biomoleküle ergeben die Komplexität des Lebens. Dysfunktionen solcher Interaktionen können sich u.a. in Krankheitsbildern manifestieren, welche einen Schwerpunkt der Vorlesung Pathobiochemie darstellen. Ziel ist es, das komplexe Zusammenspiel von Biomolekülen zu beschreiben und auf molekularer Ebene verstehen zu lernen. Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Fähigkeit geschult, Grundprinzipien molekularer Mechanismen auf neue, unbekannte Probleme zu übertragen. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

##### b) Lehrformen

Vorlesung, Seminar

##### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

##### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master)

##### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Teilnahme am Begleitseminar zur Vorlesung, Bestehen der Klausur.

##### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Prüfungsleistung wird aus der Klausurnote gebildet.

##### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jedes Sommersemester

##### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

##### i) Dauer

Ein Semester

## **Pflichtmodul Focus Biochemistry**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden werden mit Fragestellungen angewandter biologischer, chemischer und biochemischer Forschung konfrontiert. Forschungsgruppenleiter beider Fakultäten sowie Gastwissenschaftler stellen ihre Forschungsschwerpunkte dar und diskutieren mit den Studierenden mögliche Ansätze zur Lösung wissenschaftlicher Problemstellungen. Den Studierenden wird so die Vielschichtigkeit biochemischer Fragestellungen vermittelt. Nach Abschluss des Moduls sind sie in der Lage, eigene Denk- und Lösungsansätze zu erarbeiten. Das Modul schließt ab mit der Anfertigung eines Project-Proposals. Unterrichtssprache kann Deutsch oder Englisch sein.

### b) Lehrformen

Wissenschaftliche Vorträge, inklusive Diskussion und schriftlicher Zusammenfassung, das Verfassen eines Projektantrags.

### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Es müssen insgesamt 15 Vorträge besucht werden. Jeder Vortrag wird schriftlich zusammengefasst. Das eingereichte Project-Proposal muss mit mindestens „ausreichend“ bewertet werden.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 10 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote wird aus der Bewertung des Project- Proposals gebildet.

### g) Häufigkeit des Angebots

Wintersemester und Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 300 Stunden.

### i) Dauer

Ein Semester

## **Wahlpflichtmodule FP Biochemie I + II, sowie FP Wahlpflicht I + II**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Mitarbeit in einer Forschungsgruppe, Bearbeitung von Einzelaufgaben in einem Forschungsprojekt der Gruppe mit biochemischer Thematik unter stetiger wissenschaftlicher Anleitung. Mit der Wahl der Forschungsgruppe und den zu bearbeitenden Aufgaben wird dem/der Studierenden die Möglichkeit gegeben, einen thematischen Schwerpunkt zu setzen. Ziel ist der Erwerb von praktischen Qualifikationen anhand von konkreten Problemstellungen der Molekularen Biowissenschaften, der Chemie und Biochemie. Die Vermittlung und Erarbeitung von Schlüsselqualifikationen wie qualitatives und operatives Zeitmanagement und eigenverantwortliches, zielorientiertes Handeln ist in die Forschungspraktika integriert. In Vorbereitung auf die eigenständige wissenschaftliche Arbeit werden Problemlösungsstrategien und vernetztes Denken vermittelt und erarbeitet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Fähigkeit erlangt ein Konzept zur Lösung biochemischer Fragestellungen zu entwickeln und umzusetzen, sowie die eigenen Arbeitsergebnisse schriftlich und in mündlichem Vortrag darzustellen zu können. Insgesamt absolvieren die Studierenden vier solcher Forschungspraktika (zwei aus dem Bereich Biochemie, zwei aus dem Wahlpflichtbereich), was ihnen einen fundierten Einblick in die methodischen Arbeitsweisen der jeweiligen Forschungsbereiche ermöglicht. Dies befähigt die Studierenden nach erfolgreicher Teilnahme selbstständig in den jeweiligen Bereichen zu forschen. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen kann Deutsch oder Englisch sein.

### b) Lehrformen

Forschungspraktikum

### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Aktive Teilnahme am Praktikum, Protokollführung und Abschlussvortrag.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden pro Forschungspraktikum jeweils 15 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote wird aus der Prüfungsleistung gebildet. Die Definition der Prüfungsleistung obliegt dem Veranstalter. Die Modulnote muss dem Prüfungssekretariat Biochemie spätestens 2 Wochen nach Abschluss der Arbeit gemeldet werden.

### g) Häufigkeit des Angebots

Jedes Wintersemester und Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand pro Forschungspraktikum beträgt jeweils 450 Stunden.

### i) Dauer

Acht Wochen

## **2. Wahlpflichtmodule**

### **Wahlpflichtmodul Frontiers in Biosciences I**

#### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Vertiefende theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten auf dem Gebiet der Molekularen Biologie und Biochemie werden vermittelt. Struktur und Organisation des Genoms, Regulation der Genexpression, Proteinfaltung, Protein Turn-over, intrazellulärer Transport, Signalübertragung und Kommunikation biochemischer Stoffwechselwege sind thematische Schwerpunkte der Vorlesung. Auf dem Bachelorwissen aufbauend erwerben die Studierenden in Vorlesungen die nötige theoretische Wissens- und Methodenkompetenz. Die Studierenden weiten durch die Veranstaltung ihr biochemisches und molekular/zellbiologisches Wissen auf die komplexe Organisation biologischer Systeme aus. Die Problemlösungskompetenz und Wissensanwendung in einem breiteren fachlichen Zusammenhang werden geschult. Die Studierenden können wissenschaftliche Zusammenhänge fachlich einordnen, eigenständig weiterführende Literatur recherchieren und die Kernaussagen zusammenfassen. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

#### b) Lehrformen

Vorlesung, Tutorium

#### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

#### d) Verwendbarkeit des Moduls

Molecular Biosciences (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge.

#### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung.

#### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Vorlesung und begleitendes Tutorium werden über eine Klausur geprüft. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

#### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

#### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

#### i) Dauer

Vorlesung eine Semesterhälfte

## **Wahlpflichtmodul Frontiers in BioScience II**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Vertiefende theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten auf dem Gebiet der Molekularen Biologie und Biochemie werden vermittelt. Organisation und Entwicklung des Nervensystems und der Organe, Stammzellen, Wirt-Pathogen Beziehungen, Parasitologie, Virologie, Systembiologie und Epigenetik sind thematische Schwerpunkte der Vorlesung. Die Studierenden weiten durch die Veranstaltung ihr biochemisches Wissen auf die komplexe Organisation biologischer Systeme aus. Die Studierenden erschließen selbstständig neue Themengebiete und sind in der Lage, ihre erworbenen fachspezifischen Methoden flexibel einzusetzen. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Vorlesung, Tutorium

### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls

Molecular Biosciences (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge.

### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Die dem Modul zugeordnete Veranstaltungen müssen abgeleistet und die Prüfungen erfolgreich absolviert werden. Es sind verpflichtend die Core Competences sowie 2 der 8 Major Modulblöcke zu absolvieren.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Prüfungsleistung wird vom Veranstalter festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung eine Semesterhälfte

## **Wahlpflichtmodul Machine Learning for the Molecular World**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

In diesem Modul wird aktuellste Forschungsliteratur in dem rapiden evolvierenden Feld maschineller Lernprozesse diskutiert und analysiert. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage die so gewonnenen Erkenntnisse auf den Bereich der Proteindynamik und Computergestütztem Wirkstoffdesigns anzuwenden. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen sie neue Sachverhalte fachlich korrekt ein und können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen die Studierenden neue Sachverhalte fachlich korrekt ein, können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Literaturseminar

### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master).

### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Seminarvortrag

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Prüfungsleistung wird vom Veranstalter festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung eine Semesterhälfte

## **Wahlpflichtmodul Modern Methods in Macromolecular Crystallography**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Vertiefende theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten auf dem Gebiet der Proteinstrukturanalyse werden vermittelt. Die Kombination zellbiologischer und biophysikalischer Systeme werden beschrieben, um molekulare Mechanismen biologischer Systeme verstehen zu lernen. Kenntnisse über Röntgenstrukturanalyse, isothermische Kalorimetrie, UV- und CD-Spektroskopie sowie NMR werden u.a. in der Vorlesung vermittelt und im zugehörigen Forschungspraktikum experimentell demonstriert und durchgeführt. Die Studierenden verstehen die grundlegende Beziehung zwischen Struktur und Funktion molekularer Maschinen und können Strukturdaten experimentell erstellen und auswerten. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Vorlesung / Seminar

### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Seminarvortrag

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Prüfungsleistung wird vom Veranstalter festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung Blockveranstaltung

## **Wahlpflichtmodul Bioanorganische Chemie**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Die Vorlesung behandelt die Rolle von anorganischen Elementen, insbesondere von Metallionen, in biologischen Systemen. Insbesondere soll ein grundlegendes Verständnis der Struktur und Funktionsweise ausgewählter Metalloproteine (z.B. sauerstofftransportierende Proteine wie Hämoglobin) und Metalloenzyme vermittelt werden. Ein weiterer Aspekt ist die Anwendung von Metallverbindungen als Medikamente (z.B. Platinkomplexe gegen Krebs) und in der medizinischen Diagnostik. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Aufbau, Reaktivität und Funktionsweise von Metalloenzymen zu erklären und die Strategien zur Herstellung von Biokonjugaten zu beschreiben. Weiterhin können sie deren medizinische Anwendungen (Diagnostik und Therapeutika) zusammenfassen.

Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Deutsch.

### b) Lehrformen

Zyklusvorlesung Bioanorganische Chemie

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Chemie (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Biophysical Chemistry**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Grundlagen der Membranbiophysik und Nervenleitung, Biophysik des Kerns, Photosynthese, Einzelmolekül-Biophysik. Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Grundlagen der modernen Biophysikalischen Chemie verstehen und somit experimentell anwenden. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen die Studierenden neue Sachverhalte fachlich korrekt ein, können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Zyklusvorlesung Biophysikalische Chemie

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Chemie (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge.

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Einzelmolekülspektroskopie**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Grundlagen der Einzelmolekülanalysen. Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls die Grundlagen der modernen Einzelmolekülspektroskopie verstehen und somit experimentell anwenden. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen die Studierenden neue Sachverhalte fachlich korrekt ein, können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Seminar

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Chemie (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge.

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist die regelmäßige Teilnahme und eine Präsentation zu ausgesuchter Forschungsliteratur.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Seminar 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Organische Chemie, Stereochemie**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Es werden die Grundlagen der Beschreibung von dreidimensionalen Molekülstrukturen organischer Verbindungen erworben. Zusätzlich werden die wichtigsten Arbeitstechniken der Trennung, Charakterisierung und selektiven Synthese von Stereoisomeren vermittelt und an Beispielen vertieft. Das Modul besteht aus einer Vorlesung und Übungen im Rahmen der Vorlesung zur Vertiefung der erworbenen Kenntnisse und Anwendung auf Reaktionsbeispiele. Nach erfolgreicher Teilnahme kennen die Studierenden die Nomenklatur zur Beschreibung stereogener Verbindungen, das Topizitätskonzept, physikalische Eigenschaften chiraler Verbindungen, die Charakterisierung und Bestimmung der Absolutkonfiguration von Enantiomeren, supramolekulare Verbindungen und ihre Host-Guest-Wechselwirkung und können diese auf die verschiedensten Stoffklassen anwenden und Problemstellungen in der Stereochemie erkennen, lösen und diskutieren. Zudem kennen die Studierenden die wichtigsten Klassen der asymmetrischen Synthese und können dieses Wissen bei der Planung neuer Reaktionssequenzen anwenden und einsetzen. Unterrichtssprache ist Deutsch.

### b) Lehrformen

Zyklusvorlesung Stereochemie

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Chemie (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge.

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Organische Chemie, Heterozyklen**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Die Grundlagen der Synthese, der Struktur und der Eigenschaften sowie die Bedeutung von heterozyklischen organischen Verbindungen werden behandelt. Die Aspekte Nomenklatur, Chemilumineszenz, energetische Materialien, Naturstoffe, Verwendung von Heterozyklen in Pharmaka und Agrochemikalien, Toxizität, Liganden für Metallkomplexe, Katalyse, Acidität sowie thermische und thermodynamische Stabilität kann nun von den Studierenden in Bezug gestellt werden zu Mensch, Gesellschaft, Umwelt und Industrie. Das Besprechen von Reaktionsklassen und empirische Regeln vermittelt die Fähigkeit zur Anwendung und Vernetzung des erworbenen Wissens. Die Studierenden vertiefen das für die Arbeit im biochemischen Labor notwendige Fachwissen in Theorie und Methodik. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Deutsch.

### b) Lehrformen:

Zyklusvorlesung Heterozyklen

### c) Voraussetzungen für Teilnahme:

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Chemie (Master), Biochemie (Master). Einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Ausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung

### f) Leistungspunkte und Noten:

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots:

Vorlesung jährlich, Sommersemester

### h) Arbeitsaufwand:

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer:

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Bioinformatics / Molecular Dynamics**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Die Studierenden gelangen zu einem vertieften Verständnis der Methoden und Anwendungen der molekularen Modellierung biologischer Makromoleküle und erwerben Fähigkeiten zur Durchführung mit geeigneter Computersoftware. Thematische Schwerpunkte der Vorlesung sind die theoretischen Grundlagen der molekularen Modellierung (Molekulare Kraftfelder, biomolekulare Elektrostatik, klassische und statistische Mechanik), deren numerische Ausführungen (Molekulardynamik-Simulationen, Energieminimierung und Normalmoden-Analyse), Grundlagen quantenchemischer Methoden sowie die Modellierung biochemischer Reaktionen und Ligandenbindung. Die Studierenden erlangen durch das Modul Kenntnisse Computer-gestützte Methoden und Hilfsmittel anzuwenden und für ihre Forschungsarbeiten zu nutzen. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen die Studierenden neue Sachverhalte fachlich korrekt ein, können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Englisch.

### b) Lehrformen

Vorlesung

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung und erfolgreiche Teilnahme am zugehörigen Forschungspraktikum.

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Pharmazeutische Chemie**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Zentrale Themen dieser Vorlesung ist die Chemie der Arznei-, Hilfs- und Schadstoffe (Strukturen, physikalische und chemische Eigenschaften, Stereochemie, Stabilität, molekulare Wirkmechanismen, Synthesen, Analytik, Struktur-Wirkungsbeziehungen, Metabolismus von Arzneistoffen, Arzneistoffinteraktionen, Pharmakokinetik und Pharmakodynamik). Im Rahmen der Ringvorlesung werden wichtige Arzneistoffklassen abgehandelt. Zusätzlich werden Prinzipien des Wirkstoffdesigns, der Wirkstoffentwicklung sowie moderne Methoden der Wirkstoffforschung besprochen. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen die Studierenden neue Sachverhalte fachlich korrekt ein, können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Die Unterrichtssprache der zugeordneten Veranstaltungen ist Deutsch.

### b) Lehrformen

Vorlesung

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

## **Wahlpflichtmodul Aktuelle Aspekte der Wirkstoffforschung**

### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:

Schwerpunkte sind molekulare Ursachen von Krankheiten, Identifizierung molekularer und biochemischer Wirkstoffziele, Suche nach Wirkstoffen, Herstellung von Wirkstoffen (Medizinische Chemie, Biotechnologie), Funktionsprüfung von Wirkstoffen, Formulierung von Wirkstoffen für die Therapie. Dies wird ergänzt durch spezifische Themen der Molekularen Zellbiologie, Bioanalytik, Biotechnologie und Molekularbiologie, Funktionelle Genomanalyse, Biopharmazie, Pharmakologie und Pharmazeutischen Chemie. Auch neueste Entwicklungen aus dem Bereich Peptid-Pharmaka, Radiopharmazie, Immuntherapie, Krebsforschung, Malaria und biogener Arzneistoffe werden besprochen und die Ringvorlesung mit Informationen zur personalisierten Medizin, Arzneimittelzulassung und Entrepreneurship ergänzt. Die Studierenden erlangen vertiefende theoretische und praktische Kenntnisse zur Wirkstoffforschung. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen sie neue Sachverhalte fachlich korrekt ein und können sie bewerten sowie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt. Sie sind dazu fähig, unter Anleitung selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten und Versuche zu planen, organisieren und durchzuführen. Die so erhaltenen wissenschaftlichen Ergebnisse können sie vor Fachwissenschaftlern präsentieren und wissenschaftlich argumentieren sowie diskutieren.

### b) Lehrformen

Vorlesung

### c) Voraussetzungen für Teilnahme

Keine

### d) Verwendbarkeit des Moduls:

Biochemie (Master)

### e) Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten

Voraussetzung ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung

### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 5 Leistungspunkte vergeben. Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

### g) Häufigkeit des Angebots

Vorlesung jährlich, Wintersemester

### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 150 Stunden.

### i) Dauer

Vorlesung 1 Semester

### **3. Pflichtmodul Masterarbeit**

#### a) Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls

Die Studierenden erarbeiten ein Arbeitsthema aus dem Gebiet des Studienfaches selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden. Das Ergebnis wird schriftlich in der Master-Arbeit, die eine Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache enthält, festgehalten. Die Ergebnisse der Arbeit werden in einer Disputation vorgestellt und verteidigt. Die Studierenden können sich selbstständig in ein neues wissenschaftliches Thema mittels Literaturrecherche einarbeiten. Aufbauend auf ihrem Fachwissen sind sie dazu in der Lage, die Informationen zu bewerten, zueinander in Kontext zu setzen und eigene Schlüsse zu ziehen. Sie sind dazu fähig, in der Literatur beschriebene Versuche zu reproduzieren und zu modifizieren sowie innovative Versuche zu implementieren. Die Studierenden können ihre Versuche eigenständig planen, organisieren und durchführen. Die so erlangten Ergebnisse können sie in Präsentationen mündlich vor Fachwissenschaftlern präsentieren und diskutieren sowie kritisch bewerten. Die Studierenden können eine umfangreiche wissenschaftliche Arbeit anfertigen sowie Ergebnisse in grafischer Form aufbereiten. Die Disputation zeigt, dass der Prüfling über Kenntnisse des größeren Kontexts verfügt.

#### b) Lehrformen

Experimentelle Masterarbeit, Disputation

#### c) Voraussetzungen für die Teilnahme

Alle Pflichtmodule, sowie 3 Wahlpflichtmodule müssen absolviert sein. Die Disputation wird spätestens vier Wochen nach Abgabe der schriftlichen Master-Arbeit durchgeführt.

#### d) Verwendbarkeit des Moduls

Biochemie (Master)

#### e) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer/innen, der Betreuer/ die Betreuerin soll der erste Prüfer/ die erste Prüferin sein. Die Modulnote wird aus der Note der schriftlichen Arbeit (20 LP) und der Disputation (10 LP) gebildet. Das Modul muss spätestens sechs Wochen nach der letzten studienbegleitenden Teilprüfung begonnen werden.

#### f) Leistungspunkte und Noten

Es werden 30 Leistungspunkte vergeben.

#### g) Häufigkeit des Angebots

jährlich, Wintersemester und Sommersemester

#### h) Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand beträgt 900 Stunden.

#### i) Dauer

6 Monate, in Ausnahmefällen auf Antrag drei Monate Verlängerung