



**UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG**  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Fakultät für Biowissenschaften  
Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie (IPMB)

**Bachelor of Science (B.Sc.)**

# **Molekulare Biotechnologie**

Stand Juni 2016 (Prüfungsordnung vom 09.02.2012)

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 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;
- Aufbau von praxisorientierter Problemlösungskompetenz;
- Entwicklung von personalen und Sozialkompetenzen;
- Förderung der Bereitschaft zur Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung auf der Grundlage der erworbenen Kompetenzen.

Module des Studiengangs .....	1
Studiengangsspezifische Informationen .....	1
Erstes Studienjahr .....	2
<i>Modul: Grundlagen der Allgemeinen und Anorganische Chemie für Molekulare Biotechnologen</i> .....	2
<i>Modul: Grundlagen der Biologie für Molekulare Biotechnologen</i> .....	5
<i>Modul: Mathematik für Molekulare Biotechnologen</i> .....	7
<i>Modul: Grundlagen der Organischen Chemie für Molekulare Biotechnologen</i> .....	9
<i>Modul: Physik für Molekulare Biotechnologen</i> .....	11
<i>Modul: Industriepraktikum</i> .....	14
Zweites Studienjahr.....	15
<i>Modul: Einführung in die Bioinformatik</i> .....	15
<i>Modul: Praktische Biologie</i> .....	17
<i>Modul: Spezielle Biologie für Molekulare Biotechnologen</i> .....	21
<i>Modul: Biotechnologische Verfahrenstechnik</i> .....	23
<i>Modul: Spezielle Chemie für Molekulare Biotechnologen</i> .....	25
<i>Modul: Physikalische Chemie</i> .....	27
Erstes und zweites Studienjahr .....	29
<i>Modul: Fachübergreifende Kompetenzen</i> .....	29
Drittes Studienjahr .....	32
<i>Vertiefungsmodul: Wirkstoffforschung</i> .....	32
<i>Vertiefungsmodul: Bioinformatik</i> .....	40
<i>Vertiefungsmodul: Biophysikalische Chemie</i> .....	43
<i>Modul: Bachelorarbeit</i> .....	46
Musterstudienplan.....	47
Eckdaten des Studiengangs.....	48

# Module des Studiengangs

## Studiengangsspezifische Informationen

### Qualifikationsziele des Studiengangs

Der B.Sc. Molekulare Biotechnologie ist ein interdisziplinärer Studiengang, der von den Grundlagen in Biologie, Chemie, Mathematik, Physik und Bioinformatik bis hin zu Fächern wie Mikro-, Molekular- und Zellbiologie, Pharmakologie sowie theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen zu Verfahrenstechnik, Fermentation und Zellkulturtechniken eine breite naturwissenschaftliche Ausbildung liefert. Hierzu gehören neben biochemischen und zellbiologischen Techniken auch die gute Kenntnis der chemischen und pharmakologischen Grundlagen, physikalischer Messmethoden und Computersimulationen. Ein Industriepraktikum gehört ebenso zum Ausbildungsplan wie die Vermittlung von *soft skills* wie wissenschaftlichem Englisch, Managementstrategien und Präsentationstechniken.

Das Konzept des Studiengangs erlaubt es den Studierenden, sich bereits ab dem vierten Fachsemester gemäß ihren Interessen und Begabungen zu spezialisieren. Zur Auswahl stehen die Fachgebiete Wirkstoffforschung, Bioinformatik und Biophysikalische Chemie. Hierbei liegt der Schwerpunkt der Ausbildung auf der translationalen und interdisziplinären Nutzung der Studieninhalte. Das umfangreiche Lehrangebot reflektiert die gesamte Forschungslandschaft der beteiligten Institute und Zentren. Diese exzellente Umgebung garantiert den Absolventen/innen ein Höchstmaß an Kompetenz und Aktualität der Ausbildung und ermöglicht es ihnen, sich individuell zu spezialisieren.

Absolventen/innen des Bachelor Studiengangs Molekulare Biotechnologie verfügen über ein solides Fundament molekularbiologischen, biophysikalischen sowie bioinformatischen Wissens sowie wichtiger Schlüsselkompetenzen. Zu den fachlichen Qualifikationszielen gehören neben dem breiten Fachwissen experimentelle Techniken sowie ein breites Methodenspektrum der modernen Molekularbiologie, um Projekte zu Fragestellungen aus den molekularen Biowissenschaften weitgehend selbstständig zu planen, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren.

Darüber hinaus sind die Absolventen/innen zu Teamfähigkeit, Zeitmanagement sowie integrativem und kreativem Denken befähigt. Schließlich haben Absolventen/innen die Kompetenz, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem der biomedizinischen Forschung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Dazu gehört die Eignung, Zusammenhänge des Faches inhaltlich zu überblicken sowie wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse experimentell anzuwenden.

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

## Erstes Studienjahr

### **Modul: Grundlagen der Allgemeinen und Anorganische Chemie für Molekulare Biotechnologen**

**Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:** Voraussetzung zur Teilnahme am Praktikum ist das Bestehen einer der Klausuren zu den Vorlesungen. Voraussetzung zur Zulassung zur Abschlussklausur, die am Ende des Praktikums stattfindet, ist das erfolgreiche Absolvieren des Praktikums.

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 330 h

**Leistungspunkte:** 11

**Bewertungsschlüssel:** Je 3/11 Klausuren Vorlesung Allgemeine + Anorganische Chemie  
5/11 Praktikum Anorganische Chemie

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden verfügen über grundlegende, praktische und theoretische Kenntnisse der Allgemeinen und der Anorganischen Chemie. Sie sind in der Lage, die erlernten Methoden für die Lösung einfacher chemischer Problemstellungen einzusetzen, die Experimente sicher durchzuführen, mit Gefahrstoffen sach- und arbeitsschutzgerecht umzugehen und die Ergebnisse in wissenschaftlicher Form zu protokollieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Gefahrstoffe zu beurteilen und sicher damit umzugehen.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung, Praktikum und begleitende Seminare

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. A. Jäschke, IPMB, Universität Heidelberg

#### • Modulelement: Vorlesung Allgemeine Chemie

**Lehr- und Lernform:** Vorlesung

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Lehrbeauftragte/r Professor/in der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften, Fachbereich Chemie, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 1

**SWS** 2,5

**Leistungskontrolle:** Klausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 37,5 h  
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 52,5 h

**Lerninhalte:** Aufbau des Atoms, Periodensystem der Elemente, Chemische Bindungen, Grundlagen der Stöchiometrie, Säuren, Basen und Salze, Redoxreaktionen, Grundlagen der Thermodynamik, der chemischen Kinetik und der Konzepte der Quantenchemie, Radioaktivität, Magnetismus

**Lernziele:** Die Studierenden kennen erste wissenschaftliche Grundlagen der allgemeinen Chemie und können diese kontextbezogen anwenden.

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Vorlesung Anorganische Chemie**

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Lehrbeauftragte/r Professor/in der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften, Fachbereich Chemie, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 1

**SWS** 2,5

**Leistungskontrolle:** Klausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 37,5 h  
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 52,5 h

**Lerninhalte:** Eigenschaften und Chemie der Elemente: Wasserstoff, Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Nebengruppenelemente, Borgruppe, Kohlenstoffgruppe, Pnicogene, Chalkogene, Halogene und Edelgase.

**Lernziele:** Die Studierenden kennen erste wissenschaftliche Grundlagen der anorganischen Chemie und können diese kontextbezogen anwenden.

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Praktikum Anorganische Chemie**

**Lehrform:** Praktikum

**Teilnahmevoraussetzung** Bestehen einer der Klausuren zu den Vorlesungen des Moduls „Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie“

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. A. Jäschke / Dr. R. Wombacher, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 2

**SWS** 5

**Leistungskontrolle:** Praktikumsklausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Praktikum: 75 h

---

Vor- und Nachbereitung Praktikum: 75 h

---

**Lerninhalte:**

Reaktionsverhalten anorganischer Stoffklassen, qualitative und quantitative anorganische Analytik: Nachweis von Anionen und Kationen durch Farb- und Fällungsreaktionen sowie der Flammenphotometrie, acidimetrische, komplexometrische und potentiometrische Bestimmungen.

---

**Lernziele:**

Die Studierenden können wissenschaftliche Versuche nach vorgegebenen Protokollen durchführen, gängige Laborgeräte benützen und die Ergebnisse ihrer Versuche analysieren. Sie können relevante Literatur effizient recherchieren und wissenschaftliche Kurzberichte verfassen. Darüber hinaus können die Studierenden mit Gefahrstoffen sach- und arbeitsschutzgerecht umgehen, sowie diese beurteilen und sicher damit umgehen.

---

**Literaturhinweise:**

Praktikumsskript

**Modul: Grundlagen der Biologie für Molekulare Biotechnologen**

**Teilnahmevoraussetzung/** keine

**Vorkenntnisse:**

**Angebotszyklus:** jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 210 h

**Credit Points (CP):** 7

**Bewertungsschlüssel:** Je 1/3 Biochemische Grundlagen, Zellbiologie und Humanbiologie

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden sind in der Lage, Grundlagen der allgemeinen Biologie, insbesondere der Zell- und Molekularbiologie, der Physiologie, der Biochemie sowie der medizinischen Mikrobiologie wiederzugeben und können die wichtigsten Kernaussagen auch Nicht-Fachwissenschaftlern/innen erklären.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. M. Wink, IPMB, Universität Heidelberg

• **Vorlesung: Grundlagen der Biologie**

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Prof. Dr. M. Wink / Dr. D. Kaufmann / Dr. H. Schäfer / Dr. T. Tietze, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 1

**SWS** 5

**Leistungskontrolle:** 3 Klausuren. Die Klausuren „Biochemische Grundlagen“ und „Zellbiologie“ sind die Orientierungsprüfungen und können daher nur einmal wiederholt werden.

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 75 h  
Vor- und Nachbereitung: 135 h

**Lerninhalte:** **Biochemische Grundlagen:** Moleküle als Bausteine der Zellen, Aufbau und Funktion von Nukleinsäuren, Proteinen, Lipiden und Kohlenhydraten. Wechselwirkungen zwischen Molekülen, Enzymen und Cofaktoren. Energiehaushalt, grundlegender Zellstoffwechsel, Glykolyse, Gärung, Zitratzyklus, Atmungskette, Photosynthese, Fettsäureabbau, Harnstoffzyklus und Methoden zur Analyse biochemischer Prozesse.



---

**Zellbiologie:** Unterschiede und Gemeinsamkeiten pro- und eukaryotischer Zellen. Aufbau und Funktion der Zellorganellen. Aufbau und Funktionen des Cytoskeletts, Muskelkontraktion. Eigenschaften biologischer Membranen und Transport durch Kanäle und Transporter. Grundlagen der Zell-Zell-Kommunikation, Rezeptoren und G-Protein gekoppelte Signalwege. Chromosomen und Genome. Grundlagen der DNA-Replikation und Reparatur. Grundlagen der Genexpression, Transkription, Translation. Endomembransystem und protein sorting.

**Humanbiologie:** Funktion der verschiedenen Zelltypen, Gewebe und Organe des Menschen. Entwicklungsbiologie und Apoptose. Grundlagen des angeborenen und adaptiven Immunsystems: B-Zellen, T-Zellen, Antikörper, MHC-Komplex, Helfer-Zellen sowie Pathogene.

---

**Lernziele:** Die Studierenden sind in der Lage, Grundlagen der allgemeinen Biologie, der Physiologie, der Anatomie, der Biochemie sowie der medizinischen Mikrobiologie wiederzugeben und können die wichtigsten Kernaussagen auch Nicht-Fachwissenschaftlern/innen erklären.

---

**Literaturhinweise:** Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts and Walter: Molecular Biology of the Cell, 6<sup>th</sup> edition, Garland Science, 2015.  
Wink: Molekulare Biotechnologie, Konzepte, Methoden und Anwendungen, Wiley-VCH, 2011

### **Modul: Mathematik für Molekulare Biotechnologen**

**Teilnahmevoraussetzung/** Keine

**Vorkenntnisse:**

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 360 h

**Credit Points (CP):** 12

**Bewertungsschlüssel:** Je 1/2 Vorlesung inkl. Übung Mathematik und Informatik A + B

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden sind zu abstraktem und strukturellem Denken fähig, können verschiedene begrifflich komplexe mathematische Theorien anwenden und selbständig Aufgaben aus dem Themenbereich lösen sowie präsentieren.

Darüber hinaus können die Studierenden im Team arbeiten und grundlegende Konzepte einander erklären.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung und Übungen

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. R. Eils, Bioquant, IPMB, Universität Heidelberg

#### **• Modulelement: Mathematik und Informatik A**

**Lehrform:** Vorlesung und Übung

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Lehrbeauftragte/r Professor/in des IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 1

**SWS** 6 (V: 4, Ü: 2)

**Leistungskontrolle:** Klausur und Übungsblätter

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 60 h Vorlesung + 30 h Übung  
Vor- und Nachbereitung: 90 h

**Lerninhalte:** Einführung in die Mathematische Logik; Lineare Algebra: Vektorräume, Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme; Komplexe Zahlen; Analysis: Folgen und Konvergenz, Stetigkeit, Differentialrechnung

**Lernziele:** Die Studierenden können abstraktes und analytisches Denken auf verschiedene mathematische Prozesse anwenden; sie sind in der Lage, selbständig Aussagen aus dem Bereich der Logik, Linearen Algebra sowie Analysis zu beweisen und Aufgaben aus den Themenbereichen zu lösen und ihre Ergebnisse zu präsentieren.

---

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Mathematik und Informatik B**

**Lehrform:** Vorlesung und Übung

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Lehrbeauftragte/r Professor/in des IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 2

**SWS** 6 (V:4, Ü: 2)

**Leistungskontrolle:** Klausur und Übungsblätter

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 60 h Vorlesung + 30 h Übung  
Vor- und Nachbereitung: 90 h

**Lerninhalte:** Analysis: Integralrechnung; Stochastik: endliche Wahrscheinlichkeitsräume, Zufallsvariablen, unendliche Wahrscheinlichkeitsräume; Statistik: Parameterschätzung, Hypothesentest; Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme; Dynamische Systeme und Mathematische Modelle; Einführung in die Informatik.

**Lernziele:** Die Studierenden erlangen eine höhere Abstraktionsfähigkeit, können zufällige Phänomene mathematisch modellieren und Aufgaben aus den Themenbereichen lösen und in den Übungen präsentieren. Darüber hinaus können die Studierenden ihr konzeptionelles und analytisches Denken durch Anwendung erlernter Kenntnisse auf naturwissenschaftliche Problemstellungen anwenden.

---

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

**Modul: Grundlagen der Organischen Chemie für Molekulare Biotechnologen**

<b>Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:</b>	Voraussetzung zur Teilnahme am Praktikum ist das Bestehen der Klausur zur Vorlesung.
<b>Angebotszyklus:</b>	Jährlich
<b>Arbeitsaufwand gesamt:</b>	360 h
<b>Credit Points (CP):</b>	12
<b>Bewertungsschlüssel:</b>	Je 1/2 Vorlesung und Praktikum Organische Chemie
<b>Lerninhalte und Lernziele des Moduls:</b>	Die Studierenden verfügen über grundlegende, praktische und theoretische Kenntnisse der organischen Chemie. Sie sind in der Lage, die erlernten Methoden für die Lösung einfacher chemischer Problemstellungen einzusetzen, die Experimente sicher durchzuführen, mit Gefahrstoffen sach- und arbeitsschutzgerecht umzugehen, und die Ergebnisse in wissenschaftlicher Form zu protokollieren und zu präsentieren.
<b>Lehr- und Lernformen:</b>	Vorlesung, Übung, Praktikum und begleitende Seminare
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>	Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Jäschke, IPMB, Universität Heidelberg

**• Modulelement: Vorlesung Organische Chemie**

<b>Lehrform:</b>	Vorlesung und Seminar
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Prof. Dr. A. Jäschke / Lehrbeauftragte/r Professor/in der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften, Fachbereich Chemie, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	2
<b>SWS</b>	5 (V: 4, Ü: 1)
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 60 h Vorlesung + 30 h Übung Vor- und Nachbereitung: 105 h
<b>Lerninhalte:</b>	Alkane, Alkene, Isoprenoide, Alkine, Aromaten, Alkohole, Phenole, Amine, Carbonylverbindungen, Stereochemie, Kohlenhydrate, Carbonsäuren, Aminosäuren, Farbstoffe, Photochemie, Physikalische Trenn- und Reinigungsmethoden, Chemische Analytik, Hybridisierung bei C-Verbindungen, Valenzzustände, Elektronenstruktur organischer Verbindungen, Grundtypen der chemischen Bindung bei organischen Verbindungen, Verbindungsklassen, Elektronegativität nach Pauling, kovalente Grenzstrukturen.

---

**Lernziele:** Die Studierenden kennen erste wissenschaftliche Grundlagen der organischen Chemie und können diese kontextbezogen anwenden.

---

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

---

• **Modulelement: Praktikum Organische Chemie**

**Lehrform:** Praktikum

---

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. A. Jäschke, IPMB, Universität Heidelberg

---

**Studiensemester:** 3

---

**SWS** 5

---

**Teilnahmevoraussetzung** Modulelement „Organische Chemie“ Vorlesung und Übung.

---

**Leistungskontrolle:** Praktikumsklausur

---

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Praktikum: 75 h  
Vor- und Nachbereitung Praktikum: 105 h

---

**Lerninhalte:** Reaktionsverhalten wichtiger organischer Verbindungsklassen, Analytik funktioneller Gruppen organischer Verbindungen, wichtigste präparative Methoden und Apparaturen, Literaturrecherchen.

---

**Lernziele:** Die Studierenden können theoretische Kenntnisse der Organischen Chemie praktisch anwenden. Sie sind in der Lage, die erlernten Methoden für die Lösung einfacher chemischer Problemstellungen einzusetzen, die Experimente sicher durchzuführen, mit Gefahrstoffen sach- und arbeitsschutzgerecht umzugehen sowie die Ergebnisse in wissenschaftlicher Form zu protokollieren und zu präsentieren.

---

**Literaturhinweise:** Praktikumsskript

---

### **Modul: Physik für Molekulare Biotechnologen**

**Teilnahmevoraussetzung/  
Vorkenntnisse:** Der Besuch des angebotenen mathematischen Vorkurses wird dringend empfohlen, ist jedoch nicht verpflichtend.

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 300 h

**Credit Points (CP):** 10

**Bewertungsschlüssel:** Je 3/10 Vorlesung inkl. Übung Physik A + B  
und 4/10 Physikalisches Praktikum

**Lerninhalte und Lernziele  
des Moduls:** Die Studierenden verstehen experimentelle Grundlagen und deren mathematische Beschreibungen im Gebiet der klassischen Mechanik, Wärmelehre, Elektromagnetismus und Elektromagnetischen Wellen sowie Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie, Interferenz von Wellen, Optik, Quantenphysik, Atomphysik, Molekülphysik, Modernen spektroskopischen Methoden, Kernphysikalischen Methoden und Kondensierter Materie. Sie sind in der Lage, selbstständig einfache physikalische Probleme in diesen Gebieten zu lösen. Die Studierenden beherrschen die selbstständige Einarbeitung in eine experimentelle Fragestellung und die experimentelle Messtechnik, die Datenanalyse und die graphische Darstellung der Ergebnisse. Sie sind ferner fähig, quantitative Auswertungen von Messdaten mit Fehlerrechnung zu erstellen und beherrschen die Protokollierung der Ergebnisse sowie deren kritische Würdigung.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung, Übung, Praktikum und begleitende Seminare

**Verwendbarkeit  
des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. S. Wöfl, IPMB, Universität Heidelberg

#### • Modulelement: Grundlagen der Physik A

**Lehrform:** Vorlesung und Übung

**Verantwortliche/r  
Dozent/in:** Lehrbeauftragte/r Professor/in des Physikalischen Instituts,  
Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 1

**SWS** V: 4, Ü: 2

**Leistungskontrolle:** Übungsblätter (wöchentlich), Abschlussklausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 90 h  
Vor- und Nachbereitung: 25 h

<b>Lerninhalte:</b>	Mechanik, Wärmelehre, Elektromagnetismus, Elektromagnetische Wellen
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden verstehen experimentelle Grundlagen und deren mathematische Beschreibungen im Gebiet der klassischen Mechanik, Wärmelehre, Elektromagnetismus und Elektromagnetischen Wellen. Sie sind in der Lage, selbstständig einfache physikalische Probleme in diesen Gebieten zu lösen.
<b>Literaturhinweise:</b>	Halliday, Resnick, Walker, Halliday Physik: Bachelor Edition, Wiley, 2007
<b>• Modulelement: Grundlagen der Physik B</b>	
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung und Übung
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Lehrbeauftragte/r Professor/in des Physikalischen Instituts, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	2
<b>SWS</b>	V: 4, Ü: 2
<b>Leistungskontrolle:</b>	Übungsblätter (wöchentlich), Abschlussklausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 90 h Vor- und Nachbereitung: 25 h
<b>Lerninhalte:</b>	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Interferenz von Wellen, Optik, Quantenphysik, Atomphysik, Molekülphysik, Moderne spektroskopische Methoden, Kernphysikalische Methoden, Kondensierte Materie
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden verstehen experimentelle Grundlagen und deren mathematische Beschreibungen im Gebiet Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie, Interferenz von Wellen, Optik, Quantenphysik, Atomphysik, Molekülphysik, Modernen spektroskopischen Methoden, Kernphysikalischen Methoden und Kondensierter Materie. Sie sind in der Lage, selbstständig einfache physikalische Probleme in diesen Gebieten zu lösen.
<b>Literaturhinweise:</b>	Halliday, Resnick, Walker, Halliday Physik: Bachelor Edition, Wiley, 2007
<b>• Modulelement: Physikalisches Praktikum</b>	
<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Dr. J. Wagner, Physikalisches Institut, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	1 und 2
<b>SWS</b>	Block I: 1,5, Block II: 1,5

---

<b>Leistungskontrolle:</b>	Praktikumsberichte
----------------------------	--------------------

---

<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 45 h Vor- und Nachbereitung: 75 h
------------------------	---

---

<b>Lerninhalte:</b>	<b>Block I:</b> Federpendel, Temperaturmessungen, Spezifische Wärme von Festkörpern, Schallgeschwindigkeit, Zähigkeit von Flüssigkeiten, Statistik / Halbwertszeit <b>Block II:</b> Oszilloskop, RC-Glied, Optische Abbildung, Prismenspektrometer, Spektralphotometrie, Absorption von Röntgenstrahlen
---------------------	--

---

<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden sind zur selbstständigen Einarbeitung in eine experimentelle Fragestellung in der Lage und beherrschen die experimentelle Messtechnik, die Datenanalyse und die graphische Darstellung der Ergebnisse. Sie sind ferner fähig, quantitative Auswertungen von Messdaten mit Fehlerrechnung zu erstellen und beherrschen die Protokollierung der Ergebnisse sowie deren kritische Würdigung.
-------------------	--

---

<b>Literaturhinweise:</b>	Praktikumsskript
---------------------------	------------------



### **Modul: Industriepraktikum**

**Teilnahmevoraussetzung/  
Vorkenntnisse:** Keine. Praktika, die vor Beginn des Studiums absolviert wurden, können nicht anerkannt werden.

**Angebotszyklus:** Jede vorlesungsfreie Zeit

**Arbeitsaufwand gesamt:** 210 h, 6 Wochen ganztags

**Credit Points (CP):** 7

**Bewertungsschlüssel:** Keine Bewertung

**Verantwortliche/r  
Dozent/in:** Studiendekan/in / Firmen der biotechnologischen oder artverwandten Branche

**Studiensemester:** Vorlesungsfreie Zeit zwischen 1. Und 5. Fachsemester

**SWS** 14

**Leistungskontrolle:** Anwesenheitsbescheinigung

**Lerninhalte und Lernziele  
des Moduls:** Die Studierenden erhalten Einblick in die Arbeitsaufgaben und Arbeitsgebiete in einem privatwirtschaftlichen Unternehmen der Biotechnologie, pharmazeutischen Industrie und angrenzender technologischer Unternehmen und Dienstleister. Hier besteht für sie die Möglichkeit zur Mitarbeit in der industriellen Forschung, Produktentwicklung, Herstellung, Verwertung, Qualitätskontrolle und Marketing. Die Studierenden können ihr theoretisch erworbenes Fachwissen auf konkrete praktische Fragestellungen übertragen und im außeruniversitären Kontext anwenden. Darüber hinaus verfügen sie über erste Kenntnisse der Abläufe in der Industrie und beherrschen die Kommunikation und Teamarbeit in fachlich gemischten Teams. Auf der Grundlage des Gelernten entwickeln die Studierenden Ideen für ihre Karriereplanung.

**Lehr- und Lernformen:** Praktikum

**Verwendbarkeit  
des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Studiendekan/in

## Zweites Studienjahr

### **Modul: Einführung in die Bioinformatik**

<b>Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:</b>	Kenntnisse des Moduls Mathematik für Molekulare Biotechnologen
<b>Angebotszyklus:</b>	Jährlich
<b>Arbeitsaufwand gesamt:</b>	240 h
<b>Credit Points (CP):</b>	8
<b>Bewertungsschlüssel:</b>	Je 1/2 Vorlesung inkl. Übungen und Seminar Bioinformatik
<b>Lerninhalte und Lernziele des Moduls:</b>	Den Studierenden werden theoretische und praktische Kenntnisse der Computermethoden in der biowissenschaftlichen Forschung und Bioinformatik vermittelt. Am Ende des Moduls verfügt der Studierende über grundlegende Kenntnisse der Sequenzanalyse, der Datenauswertung zur funktionellen Genomanalyse, der Nutzung biologischer Datenbanken, der Auswertung biologischer Bilddaten, der Programmierung in JAVA und Python sowie der biostatistischen Analyse.
<b>Lehr- und Lernformen:</b>	Vorlesung, Übung und Seminar
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>	Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. R. Eils, Bioquant, IPMB, Universität Heidelberg
<b>• Modulelement: Methoden der Bioinformatik</b>	
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung und Übung
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Prof. Dr. R. Eils / Prof. Dr. B. Brors / Dr. C. Herrmann / PD Dr. K. Rohr / Dr. M. Schlesner, IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	3
<b>SWS</b>	4 (V:2, Ü:2)
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit Vorlesung/Übung: 60 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	Algorithmen zur Sequenzanalyse (paarweises und multiples Alignment); Datenbanken, scoring Matrizen; Bildverarbeitung (Computer Vision); Auswertung von Mikroskopiebilddaten; Einführung in die Grundlagen des Umgangs mit der Kommandozeile und der Programmierung (JAVA und Python)

---

**Lernziele:** Die Studierenden erlangen theoretische und praktische Kenntnisse der Computermethoden in der biowissenschaftlichen Forschung und Bioinformatik. Sie können DNA-Sequenzen analysieren, Mikroskopiebilddaten auswerten sowie Standardoperationen in JAVA und Python ausführen.

---

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Anwendung bioinformatischer Systeme**

**Lehrform:** Seminar

**Verantwortlicher/Dozent:** Dr. C. Herrmann, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 4

**SWS** 2

**Leistungskontrolle:** Klausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Seminar: 30 h  
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 90 h

**Lerninhalte:** In diesem Seminar werden die Grundlagen der Biostatistischen Analyse anhand von praktischen Beispielen vermittelt: Beschreibende Statistik / Wahrscheinlichkeitsverteilungen / Statistische Inferenz; Konfidenzintervalle / Hypothesentests; multiples Testen / Lineare Regression, ANOVA

**Lernziele:** Die Veranstaltung zielt auf eine aufgeklärte Benutzung der Werkzeuge der Statistik, anhand von praktischen Beispielen und einer interaktiven Lehrform. Praktische Übungen mit R unterstützen den Lernprozess.

**Literaturhinweise:** Einzelne Aufgaben werden vom Dozenten vergeben.

### **Modul: Praktische Biologie**

**Teilnahmevoraussetzung/** Erfolgreich absolviertes Modul „Grundlagen der Biologie“

**Vorkenntnisse:**

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 480 h

**Credit Points (CP):** 16

**Bewertungsschlüssel:** Je 1/4 Mikrobiologie, Molekularbiologie, Biochemie und Pharmakologie

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden erlangen theoretische Kenntnisse der Mikrobiologie, Molekularbiologie und Biochemie und können diese in die Praxis umsetzen. Sie können entsprechende Experimente planen, durchführen und protokollieren sowie die Ergebnisse präsentieren. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Grundkonzepte der Pharmakologie und können einen Fachvortrag auf Deutsch erarbeiten, verfassen und präsentieren.

**Lehr- und Lernformen:** Praktikum und Seminar

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. M. Wink, IPMB, Universität Heidelberg

#### • Modulelement: Biochemie

**Lehrform:** Praktikum

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. S. Wöfl, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 4

**Leistungskontrolle:** Praktikumsklausur

**SWS** 3

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 45 h  
Vor- und Nachbereitung: 75 h

**Lerninhalte:** Produktion und Analyse rekombinanter Proteine spielen eine wesentliche Rolle in der Molekularen Biotechnologie. Am Beispiel rekombinanter Proteine werden Theorie und Praxis grundlegender Techniken der Proteinbiochemie in diesem Praktikum vermittelt: Rekombinante Proteine werden heterolog in geeigneten Expressionssystemen produziert (z.B. *Pichia pastoris* oder *Saccharomyces cerevisiae*). Dabei werden die Funktionen eines typischen Expressionsvektors genutzt: Klonierungsstelle, Erzeugen eines Fusionsproteins, Induktion der Expression. Die Proteine werden gereinigt mittels Salzfällung,

Entsalzung und Histidin-Tag. Die Proteinausbeute wird photometrisch bestimmt (z.B. Bradford). Mittels Gelelektrophorese (SDS-PAGE) und Western Blot werden die Proteine näher charakterisiert. Die Enzymaktivität wird durch Erstellen einer Enzymkinetik untersucht.

**Lernziele:** Die Studierenden erlangen theoretische Kenntnisse der Biochemie und können diese in die Praxis umsetzen. Sie können proteinanalytischen Experimente am Beispiel rekombinanter Proteine planen, durchführen und protokollieren sowie die Ergebnisse präsentieren.

**Literaturhinweise:** Wink: Molekulare Biotechnologie, Konzepte, Methoden und Anwendungen, Wiley VCH, 2011  
Lottspeich, Engels: Bioanalytik, 2012  
Nelson, Cox: Lehninger Biochemie, Springer, 2009  
Berg, Stryer et al., Stryer Biochemie, Springer 2012

• **Modulelement: Molekularbiologie**

**Lehrform:** Praktikum

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. M. Wink / Dr. H. Schäfer, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 3

**Leistungskontrolle:** Praktikumsklausur

**SWS** 3

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 45 h  
Vor- und Nachbereitung: 75 h

**Lerninhalte:** Die molekularbiologischen Methoden zur DNA-Analyse und Klonierung sind fundamentale Werkzeuge der modernen Molekularen Biotechnologie. Es werden menschliche Gesamt-DNA und bakterielle Plasmid-DNA isoliert, photometrisch quantifiziert und mittels Gelelektrophorese (Agarose) analysiert. Die menschliche DNA dient als Template zur Amplifikation eines Gens mittels Polymerasekettenreaktion (PCR): Hierbei werden die Regeln des Primerdesigns und des Sequenzvergleichs eingeübt. Geeignete Reaktionsbedingungen werden durch Variation der Annealing-Temperatur und MgCl<sub>2</sub>-Konzentration bestimmt. Die PCR-Produkte werden auf Agarosegelen analysiert und kloniert. Die Studierenden erlernen das Konzept der T/A-Klonierung, indem Sie eigenständig geeignete Restriktionsenzyme und Reaktionsbedingungen zur Herstellung eines T-Vektors aus dem Plasmid bestimmen. PCR-Produkt und T-Vektor werden mittels DNA-Ligase verknüpft. Die Vektor-konstrukte, die eine LacZ basierte Selektion erlauben, werden in *E. coli* transformiert. Dabei wird die induzierbare Expression von

	Proteinen erlernt. Einführung in die gentechnischen Sicherheitsvorschriften.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen theoretische Kenntnisse der DNA-analytischen Methoden und können diese in die Praxis umsetzen. Sie können entsprechende Experimente planen, durchführen und protokollieren sowie die Ergebnisse präsentieren.
<b>Literaturhinweise:</b>	Wink: Molekulare Biotechnologie, Konzepte, Methoden und Anwendungen, Wiley VCH, 2011
<b>• Modulelement: Mikrobiologie</b>	
<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortliche/Dozentin:</b>	Prof. Dr. U. Müller, IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	3
<b>Leistungskontrolle:</b>	Die Definition der Prüfungsleistungen obliegt dem Dozenten im Einvernehmen mit dem Prüfungsausschuss.
<b>SWS</b>	3
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 45 h Vor- und Nachbereitung: 75 h
<b>Lerninhalte:</b>	Mikroorganismen dienen zum einen als natürliche Quelle relevanter biotechnologischer Produkte und können gentechnisch verändert werden, um maßgeschneiderte Produkte zu erzeugen. In diesem Praktikum wird steriles Arbeiten mit verschiedenen Organismengruppen (Bakterien, Hefen, Viren) in Fest- und Flüssigkulturen erlernt. Die Eigenschaften unterschiedlicher Medien werden diskutiert und untersucht (Komplex-, Minimal-, Selektions-, Indikatormedium). Unterschiedliche Sterilisationsmethoden werden in der Theorie diskutiert und praktisch angewandt. Verschiedene Methoden der Quantifizierung werden erlernt: Trübungsmessung, Auszählen in einer Zählkammer unter dem Lichtmikroskop, Lebendzellzählung durch Ausplattieren. Neben der Zellwand-Charakterisierung durch Gram-Färbung werden zusätzlich physiologische Eigenschaften von verschiedenen Bakterienarten untersucht. Es wird ein Phagentiter durch Plaquebildung in einem Bakterienrasen bestimmt. Im Hemmhof-Test werden die Effekte unterschiedlicher Antibiotika auf Bakterien demonstriert.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen theoretische Kenntnisse der Mikrobiologie und können diese in die Praxis umsetzen. Sie können mikrobiologische Experimente planen, durchführen und protokollieren sowie die Ergebnisse präsentieren.

---

**Literaturhinweise:** Madigan, Martinko, Parker, Brock: Mikrobiologie, Spektrum-Akademischer Verlag, 2003

---

• **Modulelement: Pharmakologie**

---

**Lehrform:** Seminar

---

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Prof. Dr. M. Wink / Dr. D. Kaufmann / Dr. H. Schäfer, IPMB, Universität Heidelberg

---

**Studiensemester:** 4

---

**Leistungskontrolle:** Klausur

---

**SWS** 3

---

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 45 h  
Vor- und Nachbereitung: 75 h

---

**Lerninhalte:** Die Pharmakologie untersucht die biologische Wirksamkeit von Pharmaka. In diesem Seminar werden verschiedene Themengebiete der Pharmakologie vorgestellt: Beeinflussung des Sympathikus und Parasympathikus, der glatten, Skelett- und Herzmuskulatur, der Blutgerinnung, des Verdauungskanal, der Niere, der Schmerzempfindung, der Gehirnfunktionen (Morbus Parkinson, Epilepsie, Schlafstörungen, Depression, Migräne) und des Hormonhaushalts. Mehrere Studierende bearbeiten zunächst unabhängig voneinander Teilaspekte der genannten Themengebiete und erhalten dazu neben Angaben zu Lehrbuchkapiteln auch Review-Artikel aus „Pharmazie in unserer Zeit“ zur Vorbereitung eines ca. 15-minütigen Vortrags. Die Vorträge legen den Schwerpunkt auf die jeweiligen Zielstrukturen und molekularen Wirkmechanismen der entsprechenden Wirkstoffe.

---

**Lernziele:** Die Studierenden können Wirkstoffe, Zielstrukturen und molekulare Wirkmechanismen den entsprechenden Krankheitsbildern zuordnen und Struktur-Wirkungsbeziehungen ableiten. Sie können eigenständig Fachinformationen recherchieren, einordnen, fachlich bewerten und zueinander in Kontext setzen. Darüber hinaus können sie einen Fachvortrag auf Deutsch mithilfe von Powerpoint, LaTeX o.ä. verfassen und präsentieren sowie eine wissenschaftliche Diskussion leiten.

---

**Literaturhinweise:** Mutschler, Geisslinger, Kroemer, Ruth, Schaefer-Korting: Mutschler Arzneimittelwirkungen: Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 2012

### **Modul: Spezielle Biologie für Molekulare Biotechnologen**

**Teilnahmevoraussetzung/** Erfolgreich absolviertes Modul „Grundlagen der Biologie“

**Vorkenntnisse:**

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 420 h

**Credit Points (CP):** 14

**Bewertungsschlüssel:** Je 1/7 pro pro Vorlesungsteil

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische Kenntnisse der zellulären Regulationsmechanismen, Evolutionsbiologie, Biologie der Pflanzen, rekombinanter Wirkstoffe, Tumorbologie, Immunologie sowie Neurobiologie. Sie können übergreifende Zusammenhänge erkennen und eigenständig Sachverhalte aus den o.g. Themenkomplexen fachgerecht einordnen und wissenschaftliche Urteile ableiten.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. Stefan Wölfel, IPMB, Universität Heidelberg

#### • Ringvorlesung Spezielle Biologie für Molekulare Biotechnologen

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. S. Wölfel, IPMB / Prof. Dr. M. Wink / Dr. T. Tietze, IPMB / Prof. Dr. R. Hell, COS / Dr. H. Schäfer / Prof. Dr. M. v. Knebel Doeberitz, Universitätsklinikum / Prof. Dr. R. Offringa, DKFZ / Prof. Dr. U. Müller, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 2, 3 und 4

**Leistungskontrolle:** Klausuren nach Lehranteil

**SWS** 1

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 210 h  
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 210 h

**Lerninhalte:**  
**Zelluläre Regulationsmechanismen:** biochemische und molekularbiologische Regulation und Signalwege, Gen-expression, Proteinbiosynthese, Zellkommunikation, Zellzyklus, programmierter Zelltod, Grundlagen der Virologie  
**Grundlagen der Evolutionsbiologie:** Evolutionstheorie, Entstehung der Lebensformen, Molekulare Grundlagen der



---

Evolution und Methoden der Evolutionsforschung, Phylogenie, Evolution des Menschen

**Biologie der Pflanzen:** Aufbau und Funktion der Pflanzen, Nutzung von Pflanzen (insbesondere Nahrungspflanzen und HeiCPflanzen) Grundlagen der „Grünen Biotechnologie“, biotechnologische Nutzung von Pflanzen und pflanzlichen Geweben

**Rekombinante Wirkstoffe:** Grundlagen der Gentechnik, Expressionsvektoren und Wirtssysteme zur Herstellung rekombinanter Wirkstoffe, Molekulare Grundlagen von Krankheitsbildern, marktrelevante rekombinante Wirkstoffe und ihre Wirkmechanismen

**Tumorbiologie:** Grundlagen der Tumorentstehung und Entwicklung, Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Tumorbiologie

**Immunologie:** Wichtige Konzepte, native Immunantwort, spezifische Erkennung von Antigenen, Antigenrezeptoren auf Lymphozyten, Präsentation von Antigenen, Signalwege bei der Immunabwehr, Entwicklung von Lymphozyten, T-Zell-Immunantwort, humorale Immunantwort, adaptive Immunantwort

**Neurobiologie:** Grundlagen der Neurobiologie, Entwicklung und Anatomie des Nervensystems, Zellbiologie von Neuronen und Glia-Zellen, Prinzipien der Nervenleitung und synaptischen Kommunikation, Membranpotential, Ionenkanäle, Neurotransmitter und Rezeptoren, synaptische Plastizität, Lernen und Gedächtnis.

---

**Lernziele:** Die Studierenden verfügen über vertiefte theoretische Kenntnisse der zellulären Regulationsmechanismen, Evolutionsbiologie, Biologie der Pflanzen, rekombinanter Wirkstoffe, Tumorbiologie, Immunologie sowie Neurobiologie. Sie können übergreifende Zusammenhänge erkennen und eigenständig Sachverhalte aus den o.g. Themenkomplexen fachgerecht einordnen und wissenschaftliche Urteile ableiten.

---

**Literaturhinweise:** Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts and Walter: Molecular Biology of the Cell, 6<sup>th</sup> edition, Garland Science, 2015.  
Nelson, Cox: Lehninger Biochemie, Springer, 2009  
Berg, Stryer et al., Stryer Biochemie, Springer 2012  
Storch, Welsch, Wink: Evolutionsbiologie, Springer, 2013  
Wink: Molekulare Biotechnologie, Konzepte, Methoden und Anwendungen, Wiley-VCH, 2011  
Dingermann, Winckler, Zündorf: Gentechnik Biotechnik, WVG Stuttgart, 2010  
Weinberg: The Biology of Cancer, Garland Science, 2014  
Murphy, Weaver: Janeway's Immunology, Taylor & Francis, 2016  
Bear, Paradiso, Connors: Neuroscience, Lippincott Williams&Wilki, 2015

**Modul: Biotechnologische Verfahrenstechnik**

**Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:** Erfolgreich absolvierte Module: „Grundlagen der Biologie“, „Mathematik für Biotechnologie“

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 180 h

**Credit Points (CP):** 6

**Bewertungsschlüssel:** 2/3 Verfahrenstechnik, 1/3 Modellierung biotechnischer Prozesse

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden sind dazu in der Lage, selbstständig einen aeroben Fermentationsprozess im Technikumsmaßstab durchzuführen. Außerdem können sie den Verlauf von Zustandsgrößen bewerten sowie Gütegrößen berechnen und einordnen. Die Studierenden können Versuchsergebnisse aus einer Teamarbeit in einem gemeinsamen Bericht präsentieren. Darüber hinaus können die Studierenden mit dem Softwaretool MADONNA Reaktionskinetiken und Massenbilanzen für die Implementierung in eine Modellstruktur zur Beschreibung von Fermentationsabläufen erstellen.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung, Übung und Praktikum

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. S. Wölfl, IPMB, Universität Heidelberg

- **Modulelement: Modellierung biotechnischer Prozesse**

**Lehrform:** Vorlesung und Übung

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. W. Storhas, Hochschule Mannheim

**Studiensemester:** 4

**SWS** 2

**Leistungskontrolle:** Klausur (2/3) und Bericht (1/3)

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 30 h  
Vor- und Nachbereitung: 30 h

**Lerninhalte:** Kombination von Theorie mit experimentellen Daten und Vorhersage der Ergebnisse des anstehenden Praktikumsversuches (Modulelement Verfahrenstechnik) mit Nachkontrolle. Dazu gehört: Entwicklung und Diskussion von Kinetiken und Bilanzgleichungen zur Darstellung von Fermentationsverläufen, Umsetzung der Theorie mittels angewandter Mathematik in Modellstrukturen und Simulation von theoretischen

---

	Fermentationsverläufen verschiedener Fahrweisen (batch, fed-batch und kontinuierlich) mit MADONNA.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden sind dazu in der Lage, Reaktionskinetiken und Massenbilanzen für die Implementierung in eine Modellstruktur zur Beschreibung von Fermentationsabläufen zu erstellen. Dazu gehört der Umgang mit dem Softwaretool MADONNA sowie die Beurteilung von Prozessparametern, Deutung und Einstufung der gewonnenen Werte.
<b>Literaturhinweise:</b>	Horst Chmiel (Hrsg.), Bioprozesstechnik, Spektrum Heidelberg, 2011 Winfried Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH, 2013
<b>• Modulelement: Bioverfahrenstechnik - Fermentation</b>	
<b>Lehrform:</b>	Vorlesung und Praktikum
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Prof. Dr. G. Claus, Hochschule Mannheim
<b>Studiensemester:</b>	4
<b>SWS</b>	2 (V) + 4 (P)
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur (2/3) und Praktikumsbericht (1/3)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: Vorlesung 30 h, Praktikum 60 h Vor- und Nachbereitung: 30 h
<b>Lerninhalte:</b>	Einführung in die Bioprozesskontrolle: Erklärungen zu den Mess- und Analysetechniken sowie zur Berechnung von reaktionstechnischen Größen. Praktische Durchführung eines Fermentationsprozesses mit dem Bakterium <i>E. coli</i> im 15 L-Bioreaktor. Selbstständige Durchführung vom Ansetzen der Vorkultur bis hin zum Abschluss der Hauptkultur, inkl. Inprozesskontrollen und Dokumentation.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden sind dazu in der Lage, selbstständig einen aeroben Fermentationsprozess im Technikumsmaßstab durchzuführen. Außerdem können sie den Verlauf von Zustandsgrößen bewerten sowie Gütegrößen berechnen und einordnen. Die Studierenden können Versuchsergebnisse aus einer Teamarbeit in einem gemeinsamen Bericht präsentieren.
<b>Literaturhinweise:</b>	Horst Chmiel (Hrsg.), Bioprozesstechnik, Spektrum Heidelberg, 2011 Winfried Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH, 2013

### **Modul: Spezielle Chemie für Molekulare Biotechnologen**

<b>Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:</b>	Absolviertes Modul „Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Molekulare Biotechnologen“ sowie Nachweis der erfolgreichen Prüfung zum theoretischen Teil des Moduls „Organische Chemie für Molekulare Biotechnologen“
<b>Angebotszyklus:</b>	Jährlich
<b>Arbeitsaufwand gesamt:</b>	180 h
<b>Credit Points (CP):</b>	6
<b>Bewertungsschlüssel:</b>	Je 1/2 Vorlesung Chemie der Biomoleküle u. Stoffwechselwege sowie Vorlesung Biokatalyse
<b>Lerninhalte und Lernziele des Moduls:</b>	Die Studierenden verfügen über umfangreiche theoretische Grundlagen der bioorganischen Chemie und chemischen Biologie. Sie besitzen ein mechanistisches Verständnis biochemischer Abläufe und sind in der Lage, die chemischen Kenntnisse auf konkrete biologische Fragestellungen zu übertragen.
<b>Lehr- und Lernformen:</b>	Vorlesung, Praktikum und begleitende Seminare
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>	Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Jäschke, IPMB, Universität Heidelberg

#### • Modulelement: Chemie der Biomoleküle und Stoffwechselwege

<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Prof. Dr. A. Jäschke, Dr. R. Wombacher, IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	3
<b>SWS</b>	2
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit Vorlesung: 30 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	Organische Chemie biologisch relevanter Verbindungsklassen: Aminosäuren, Peptide, Proteine, Nukleinsäuren, Zucker, Lipide, Chemische Verbindungen und Reaktionen des Primär- und Sekundärstoffwechsels, biologisch relevante Farbstoffklassen und ihre Funktionsweise
<b>Lernziele:</b>	Aufbauend auf den Grundlagen der Organischen Chemie vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der bioorganischen Chemie sowie der chemischen Biologie.

---

**Literaturhinweise:** Bruice, Organische Chemie, Pearson Studium, 2011  
Vollhardt, Organische Chemie, Wiley-VCH, 2011  
Schore, Arbeitsbuch Organische Chemie, Wiley-VCH, 2012  
Berg, Tymoczko, Stryer: Biochemie, Spektrum-Akademischer Verlag, 2012  
Albert, Gossauer: Struktur und Reaktivität der Biomoleküle, Helvetica Chimica Acta 2006  
Homepage der Lehrveranstaltung

• **Modulelement: Biokatalyse**

**Lehrform:** Vorlesung

---

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. A. Jäschke / Dr. R. Wombacher, IPMB, Universität Heidelberg

---

**Studiensemester:** 4

---

**SWS** 2

---

**Leistungskontrolle:** Klausur

---

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 h  
Vor- und Nachbereitung Vorlesung: 60 h

---

**Lerninhalte:** Enzyme: Grundlagen und Kinetik, katalytische Strategien, Enzymatische Mechanismen, Coenzyme, Regulatorische Strategien, Einführung in den Stoffwechsel

---

**Lernziele:** Aufbauend auf den Grundlagen der Organischen Chemie vertiefen die Studierende ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der bioorganischen Chemie sowie der chemischen Biologie.

---

**Literaturhinweise:** Bruice, Organische Chemie, Pearson Studium, 2011  
Berg, Tymoczko, Stryer: Biochemie, Spektrum-Akademischer Verlag, 2012  
McMurray, Begley: Organische Chemie der biologischen Stoffwechselwege, Spektrum-Akademischer Verlag, 2006

**Modul: Physikalische Chemie**

**Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:** Kenntnisse der Module „Mathematik, Physik und „Allgemeine und Anorganische Chemie für Molekulare Biotechnologen“

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 180 h

**Credit Points (CP):** 6

**Bewertungsschlüssel:** Klausurnote Vorlesung

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Thermodynamik und der Anwendung der Thermodynamik auf Mischphasen, sowie der Elektrochemie. Basierend auf diesem Wissen können Sie wissenschaftliche Fragestellungen eigenständig im Team bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung und Übung

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. M. Tanaka, Physikalisch-Chemisches Institut

- **Modulelement: Thermodynamik und Kinetik**

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortliche/Dozentin:** Prof. Dr. J. Zaumseil / Dr. S. Kaufmann, Physikalisch-Chemisches Institut

**Studiensemester:** 4

**Leistungskontrolle:** Klausur und Übungsblätter

**SWS** V: 4, Ü: 2

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 60 h, Übung: 30 h  
Vor- und Nachbereitung: 90 h

**Lerninhalte:** In der Vorlesung werden - ausgehend von den vier Hauptsätzen der phänomenologischen Thermodynamik - die zur Beschreibung makroskopischer Systeme im Gleichgewicht notwendigen Konzepte (Zustandsgrößen, -gleichungen, und -diagramme) eingeführt und zur Behandlung von Modellsystemen (Idealgas und Realgas) eingesetzt. Anwendungen finden diese Konzepte in der Beschreibung spezieller Prozesse (z.B. Carnot-Prozess und Joule-Thomson-Effekt). Weitere Anwendungen befassen sich mit der Beschreibung von Mischprozessen, Mehrphasensystemen, Phasengleichgewichten und Phasenübergängen sowie von chemischen und elektrochemischen Reaktionen im Gleichgewicht. In der statistischen Thermodynamik schließlich werden die

---

makroskopischen Eigenschaften und das Verhalten von makroskopischen Systemen im Rahmen der kinetischen Gastheorie und mittels der Boltzmann-Statistik auf molekulare Eigenschaften zurückgeführt. In Übungstutorien werden die erworbenen Kenntnisse anhand von Haus- und Präsenzübungsaufgaben diskutiert.

---

**Lernziele:** Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Thermodynamik und der Anwendung der Thermodynamik auf Mischphasen, sowie der Elektrochemie. Basierend auf diesem Wissen können Sie wissenschaftliche Fragestellungen eigenständig im Team bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.

---

**Literaturhinweise:** P.W. Atkins, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, 2013

---

## Erstes und zweites Studienjahr

### **Modul: Fachübergreifende Kompetenzen**

**Teilnahmevoraussetzung/** keine

**Vorkenntnisse:**

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** 150 h

**Credit Points (CP):** 5

**Bewertungsschlüssel:** Modulnote wird aus dem Seminar Vortragstechniken und Wissenschaftliches Englisch übernommen

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden können selbstständig in wissenschaftlichen Datenbanken Fachinformationen suchen, sich dort dargestellte Zusammenhänge eigenständig erarbeiten und fachgerecht einordnen. Sie können wissenschaftliche Texte in Englisch lesen, verstehen und wiedergeben und selbst wissenschaftliche Übersichtstexte auf Englisch anfertigen. Darüber hinaus können sie diese wissenschaftlichen Texte mithilfe von Powerpoint, LaTeX o.ä. auch vor großen Gruppen präsentieren, erklären und eine wissenschaftliche Diskussion leiten. Sie sind dazu fähig, persönliche und fachliche Kritik entgegen zu nehmen und aufgrund dieser ihre eigene Leistung zu bewerten. Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der ethischen, rechtlichen und wissenschaftlichen Aspekte der Molekularen Biotechnologie mit Fokus auf Bioethik, Firmengründungen und gentechnologischer Sicherheit. Aufgrund dieses Wissens ordnen sie Sachverhalte und Themengebiete fachgerecht ein und können Fachthemen in unterschiedlichen Zusammenhängen sowie auch für Nicht-Wissenschaftler/innen erklären.

**Lehr- und Lernformen:** Seminar und Übung

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. S. Wölfl, IPMB, Universität Heidelberg

### • **Modulelement: Vortragstechniken und Wissenschaftliches Englisch**

**Lehrform:** Seminar und Übung

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. S. Wölfl / Dr. H. Schäfer, IPMB, Universität Heidelberg

**Studiensemester:** 2

**SWS** S: 3, Ü: 1



<b>Leistungskontrolle:</b>	Vortrag und wissenschaftlicher Aufsatz in englischer Sprache
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 60 h Vor- und Nachbereitung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	Lesen eines aktuellen wissenschaftlichen Fachartikels, eigene Recherche von zusätzlichen Informationen, Auffinden der zitierten Fachartikel, Nutzung der Universitätsbibliothek, elektronische Zeitschriftenverzeichnisse  Präsentation der wesentlichen Inhalte eines Fachartikels und Einführung in das Themengebiet. Zusammenfassung eines Fachartikels in einem wissenschaftlichen Aufsatz.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden können selbstständig in wissenschaftlichen Datenbanken Fachinformationen suchen, sich dort dargestellte Zusammenhänge eigenständig erarbeiten und fachgerecht einordnen. Sie können wissenschaftliche Texte in Englisch lesen, verstehen und wiedergeben und selbst wissenschaftliche Übersichtstexte auf Englisch anfertigen. Darüber hinaus können sie diese wissenschaftlichen Texte mithilfe von Powerpoint, LaTeX o.ä. auch vor großen Gruppen präsentieren, erklären und eine wissenschaftliche Diskussion leiten. Sie sind dazu fähig, persönliche und fachliche Kritik entgegen zu nehmen und aufgrund dieser ihre eigene Leistung zu bewerten.
<b>Literaturhinweise:</b>	Einzelne Aufgaben werden vom Dozenten vergeben
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modulelement: Ethische, rechtliche und wirtschaftliche Aspekte der molekularen Biotechnologie (Wahlpflicht)</b></li> </ul>	
<b>Lehrform:</b>	Seminar
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Beauftragte/r Hochschullehrer/in
<b>Studiensemester:</b>	1-4
<b>SWS</b>	2
<b>Leistungskontrolle:</b>	keine
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 30 h
<b>Lerninhalte:</b>	Anhand praktischer Beispiele werden ethische Grundbegriffe eingeführt und erläutert. Hierbei werden nationale und internationale "Institutionen der Ethik" vorgestellt und deren Einfluss auf ethische Richtlinien für Forschung und Anwendung betrachtet und ethische Fragestellungen in den Biowissenschaften und der Medizin dargestellt und diskutiert. Themen sind u.a. Biobanken, Chimären/Hybridforschung, Patentierung, Informed Consent, Stammzellforschung.

---

**Lernziele:** Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der ethischen, rechtlichen und wissenschaftlichen Aspekte der Molekularen Biotechnologie mit Fokus auf Bioethik, Firmengründungen und gentechnologischer Sicherheit. Aufgrund dieses Wissens ordnen sie Sachverhalte und Themengebiete fachgerecht ein und können Fachthemen in unterschiedlichen Zusammenhängen sowie auch für Nicht-Wissenschaftler/innen erklären.

---

**Literaturhinweise:** Einzelne Aufgaben werden vom Dozenten vergeben

---

• **Modulelement: MoBi4all - Master for Bachelor (M4B)**

**Lehrform:** Seminar

---

**Verantwortliche/r Dozent/in:** Dr. D. Kaufmann / Fachschaft Molekulare Biotechnologie

---

**Studiensemester:** 5

---

**SWS** 1

---

**Leistungskontrolle:** Anwesenheit

---

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 30 h  
Vor- und Nachbereitung: 60 h

---

**Lerninhalte:** In diesem Seminar berichten Studierende des Master-Studiengangs über ihren Werdegang: Erfahrungen im Studium, erfolgreiche Suche eines Bachelorarbeitsplatzes, Planung und Anfertigung der Bachelorarbeit sowie persönliche Tipps zur Auswahl des passenden Studienschwerpunktes. Darüber hinaus wird über Auslandserfahrungen im Master berichtet wird und wie Praktika aufgebaut sind. Außerdem findet eine erste Einführung an Forschungsthemen statt, und konkrete Forschungspraktika werden vorgestellt.

---

**Lernziele:** Die Studierenden erlangen Kenntnis der Möglichkeiten, wo und wie die Bachelorarbeit angefertigt werden kann sowie verbesserte Einschätzungsmöglichkeit der persönlichen Interessen und Fähigkeiten.

---

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen von den jeweiligen Vortragenden.

---

## Drittes Studienjahr

### **Vertiefungsmodul: Wirkstoffforschung**

**Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:** Erfolgreich absolvierte Grundmodule mit Ausnahme der Verfahrenstechnik

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** Nebenfach 360 h, Hauptfach 720 h

**Credit Points (CP):** Nebenfach 12, Hauptfach 24

**Bewertungsschlüssel:** Als Nebenfach: Je 1/2 Ringvorlesung und Wahlpflichtpraktikum  
Als Hauptfach: Je 1/4 Ringvorlesung, Wahlpflichtpraktikum, Seminar und Forschungspraktikum Wirkstoffforschung

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** 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.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung, Praktikum und Seminar. Im Nebenfach eine zugeordnete Vorlesung und ein Praktikum, im Hauptfach eine zugeordnete Vorlesung, ein Seminar und zwei Praktika.

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. S. Wölfel, IPMB, Universität Heidelberg

#### **• Modulelement: Ringvorlesung: Aktuelle Aspekte der Wirkstoffforschung**

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. M. v. Knebel-Doerberitz / Prof. Dr. F. Frischknecht / Apl. Prof. Dr. W. Mier / Prof. Dr. R. Offringa Universitätsklinikum Heidelberg / Prof. Dr. G. Fricker / Prof. Dr. M. Wink / Prof. Dr. S. Wölfel / Dr. G. Reich, IPMB, Universität Heidelberg / Dr. C. Kremoser, Phenex Pharmaceuticals / Dr. M. Kaufmann

**Studiensemester:** 5

**SWS** 4

<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausuren nach Lehranteil
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 60 h Vor- und Nachbereitung: 120 h
<b>Lerninhalte:</b>	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.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende theoretische 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.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modulelement: Wahlpflichtpraktikum Wirkstoffforschung</b></li> </ul>	
<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Prof. Dr. S. Wöfl, IPMB, Universität Heidelberg (B, D) Prof. Dr. A. Jäschke, IPMB, Universität Heidelberg (A) Prof. Dr. M. Wink, IPMB, Universität Heidelberg (B) Prof. Dr. G. Fricker, IPMB, Universität Heidelberg (C) Prof. Dr. U. Müller, IPMB, Universität Heidelberg (E) Prof. Dr. G. Claus, Hochschule Mannheim (F) Prof. Dr. R. Bartenschlager / Dr. A. Ruggieri, Universitätsklinikum Heidelberg (G) Prof. Dr. F. Frischknecht, Universitätsklinikum Heidelberg (H) Prof. Dr. Michael Knop, ZMBH Heidelberg (I) Dr. Claudia Ball, NCT Heidelberg (J) PD Dr. Matthias Kloor, Universitätsklinikum Heidelberg (K) Prof. Dr. M. Mayer, ZMBH Heidelberg (L) Dr. Marius Lemberg, ZMBH Heidelberg (M)

---

	Prof. Dr. H.-G. Kräusslich / Dr. Kathleen Börner, Virologie / Bioquant Heidelberg (N) Dr. Barbara DiVentura, Bioquant Heidelberg (O)
<b>Studiensemester:</b>	5
<b>SWS</b>	8
<b>Leistungskontrolle:</b>	Praktikumsklausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 120 h Vor- und Nachbereitung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	<p>Praktika im Schwerpunkt Wirkstoffforschung werden zu folgenden Themen angeboten:</p> <p><b>A: Biopolymere:</b> Grundlagen der Chemie von Biopolymeren, chemische, biochemische und biologische Synthese, Analytik und Anwendung. Praktische Durchführung von Festphasensynthese und Analytik von Oligo- und Polypeptiden. Synthese von Oligonukleotiden. Chemische und enzymatische Markierungs- und Derivatisierungsreaktionen. Einsatz von markierten Oligonukleotiden in typischen molekularbiologischen Reaktionen.</p> <p><b>B: Bioanalytik:</b> Biosensoren zur Untersuchung der biologischen Aktivität von Wirkstoffen. Grundlagen von Reporterassays und Messung der metabolischen Aktivität von Zellen (Hefe und Säugerzellen). Verschiedene Methoden für die fluoreszenz- und sensorbasierte Analyse von Zellen. Einführung in die Kapillargaschromatographie (GLC) und GLC-MS; am Beispiel der Analyse von ätherischen Ölen.</p> <p><b>C: Biopharmazie:</b> Einführung in pharmakokinetische Grundprinzipien; Resorptionsstudien (Caco-2 Zellen, Gehirnkapillar-Endothelzellen); Proteinanalytik, PCR; Herstellung kolloidaler Trägersysteme, Einführung in die Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung fester peroraler Arzneiformen (Granulate, Tabletten).</p> <p><b>D: Zellbasierte Modelle der Wirkstoffforschung und metabolische Kontrolle:</b> Im Rahmen des Praktikums erlernen Studierende grundlegende Arbeitsweisen mit Säuger-Zellkulturen und nutzen wichtige zelluläre und molekulare Analysemethoden, die in der Wirkstoffforschung zum Einsatz kommen. Es werden sowohl Experimente mit adhärent wachsenden Zellen, als auch mit Lymphozyten (suspensions Zellkultur) durchgeführt. Das Praktikum wird eng angelehnt an thematische Inhalte von laufenden Forschungsvorhaben in der modernen Wirkstoffforschung durchgeführt, wie z.B. Wirkung von Naturstoffen (Phytopharmaka und Nahrungsbestandteile); Wirkung von Zytostatika und anderen Arzneistoffen. Im Rahmen des Praktikums werden von den Studierenden wissenschaftliche Fragestellungen zur biologischen Wirkung der zu unter-</p>

---

---

suchenden Substanzen an Zellkulturen erarbeitet. Diese werden dann mit verschiedenen Methoden untersucht: Proliferationsmessung und Cytotoxizitätsbestimmung (MTT, SRB, Zellzählung); Analyse von Proteinen und Proteinmodifikation; Bildung von ROS; Messung der Zell Viabilität und Apoptose (Durchflusscytometrie, „FACS“).

**E: Transgene Tiere/Funktionelle Genomik:** Vertiefende theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten zur Wirkstoffforschung werden erlangt. 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 Pharmazeutische Chemie.

**F: Bioverfahrenstechnik:** Hierbei vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse im Bereich der Fermentation, Prozesskontrolle und Modellierung. Verschiedene Organismen zur Gewinnung von Biomolekülen stehen zur Verfügung (z. B. *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces davawensis* etc.)

**G: Molekulare Virologie:** Im Vordergrund stehen die Immunantwort und die Stressreaktion der Wirtszelle auf eine Infektion mit einem RNA-Virus. Beide Reaktionen sind eng mit der Translationsregulation verknüpft. Die molekularen Mechanismen der Beeinflussung der Wirtszelle durch Hepatitis A und C, Dengue sowie Zika werden analysiert. Eine breite Auswahl an biochemischen und virologischen Methoden stehen hierfür zur Verfügung: Analyse von DNA (Klonierung) sowie RNA (*in vitro* Transkription, polysome profiling, qRT-PCR), von Proteinen (Western-blot, immunprecipitation assays), Methoden der Virologie (Virusproduktion, Titration und Infektionsassays unter BSL-2-bedingungen), sowie Fluoreszenzmikroskopie / live-cell imaging.

**H: Malaria:** Verschiedene Malaria-Parasiten, die von der Stechmücke in die Haut übertragen würden, werden analysiert. Dabei werden die Parasiten aus infizierten Mücken herauspräpariert und mikroskopisch untersucht. Nach der Aufnahme werden dann mittels Bildanalyse bestimmte Bewegungsparameter bestimmt und zwischen verschiedenen Mutanten verglichen.

**I: Quantitative molekulare Zellbiologie:** Vertiefende theoretische und experimentelle Kenntnisse und Fähigkeiten im

---

---

Bereich der Lebend-Zell Quantifizierung und der quantitativen Auswertung der Daten, unter Berücksichtigung von statistischen Methoden. Experimentelle Methoden können sein: Fluoreszenzmikroskopie mit lebend-Zell Markierungen von Proteinen, inklusive verschiedener Messmethoden wie FCS, FLIM, FRET, und ratiometrische Bildanalyse. Durchflusszytometrie und Zellsortierung, Fluoreszenz-Platten Messungen. Dies wird ergänzt durch spezifische biologisch relevante Fragestellungen im Bereich der Zell-Funktionsanalyse: Zellteilung, Proteindynamik, Proteinabbau, Zellphysiologie.

#### **J: Genetische Modifikation von Säugerzellen**

Im Rahmen des Praktikums erlernen die Studierenden grundlegende Techniken der genetischen Modifikation von Proteinexpression im Säugerzellsystem. Die durchzuführenden Arbeiten sind hierbei eng an wissenschaftliche Forschungsprojekte des Labors angelehnt, innerhalb derer die Funktion Krebs-assoziiierter Kandidatengene untersucht wird. Es werden zunächst Markerprotein-kodierende Vektorplasmide kloniert und präpariert. Anschließend erfolgt mittels Transfektion die transiente Expression der Vektorplasmide in adhärenenten humanen Zellkulturzellen. Um eine stabile Expression der Proteine zu erreichen, werden lentivirale Vektorpartikel unter Bedingungen der Sicherheitsstufe 2 hergestellt, titriert und anschließend zur stabilen Transduktion von Zellen benutzt. Abschließend wird die erfolgreiche Expression auf RNA- (RT-PCR, qPCR) und Proteinebene (Mikroskopie, Western Blot, FACS) überprüft. Alle Arbeiten werden in 2er oder 3er Gruppen unter Anleitung von Assistenten durchgeführt. Die im Praktikum erzielten Ergebnisse werden im Rahmen eines Laborseminars präsentiert und diskutiert sowie der Wissensstand in einer praktikumsbegleitenden Klausur überprüft.

Lernziele: Einblick in aktuelle Fragestellungen aus den Bereichen Stammzellbiologie und Krebsforschung sowie Entwicklung eines Verständnisses für Durchführung und Analyse experimenteller Fragestellungen. Erwerb von Methodenkompetenz in den Bereichen Zell- und Molekularbiologiebiologie (insbesondere Klonierung, Transfektion, Transduktion und Expressionsnachweise). Weiterhin werden metafachliche Kompetenzen wie Zeitmanagement, vorrausschauende experimentelle Planung und Entwicklung von Problemlösungsstrategien eingeübt.

#### **K: Molekulare Diagnostik an Tumoren**

Grundlegende und vertiefende Kenntnisse über molekulare Diagnostik an archiviertem Tumormaterial werden vermittelt. Schwerpunkt ist die Charakterisierung und Subtypisierung von Tumoren anhand von Mutationsprofilen bzw. Mustern genomischer Instabilität. Methodisch umfasst das Praktikum Nukleinsäure-Isolation und -Aufarbeitung, PCR-basierte

---



---

Amplifikation genomischer Mutations-Hot Spots, Mikrosatelliteninstabilitätsdiagnostik. Darüber hinaus werden Gewebeaufarbeitungen und immunhistochemische Färbungen durchgeführt sowie Grundlagen der morphologischen Tumordiagnostik vermittelt. Diese Lerninhalte werden durch die Vermittlung aktueller Forschungsinhalte wie der Entwicklung neuer immunologischer Ansätze zur Diagnostik und Therapie solider Tumoren erweitert.

Screening antitumoraler Wirkstoffe in der Zellkultur: Grundlagen der Bestimmung der antitumorigenen Wirksamkeit von Naturstoffen und synthetischen Agentien an kultivierten Tumorzellen werden vermittelt. Das Methodenspektrum umfasst die Kultivierung von Tumorzellen und die Durchführung von Proliferations- und Cytotoxizitäts-Tests. Die Bedeutung von *in-vitro*-Screeningtests in der Wirkstoffforschung wird diskutiert.

**L: Proteinkonformation**

Inhalte des Praktikums sind Reinigung von Wildtyp- und Mutanten-Hsp90 Proteinen, Analyse der Stabilität von Wildtyp- und Mutanten-Hsp90 mittels Thermofluorassay, Analyse von Konformationsänderungen mittels Quervernetzung und Fluoreszenzspektroskopie, Analyse der Interaktion von Hsp90 mit Cochaperonen

**M: Zelluläre Proteinhomeostase**

Erlangt werden theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten zur Entwicklung von zellulären und zellfreien Enzym-Assays. Schwerpunkt sind die Wirkungsweise von Intramembranproteasen und deren Funktion in der zellulären Proteinhomeostase und Krankheiten wie z.B. Morbus Parkinson. Dies wird ergänzt durch spezifische Themen der Molekularbiologie, Zellbiologie, Membranbiologie, Biochemie und Proteinchemie.

**N: CRISPR/Cas**

Erlangt werden erste theoretische und praktische Kenntnisse der humanen Gentherapie, mit besonderem Fokus auf Gentransfervektoren, die aus rekombinanten Adeno-assoziierten Viren gewonnen werden (rAAV). Ebenfalls werden RNAi-basiertes gene silencing und CRISPR Gen-Editierungsmethoden behandelt. Im ersten Teil werden rAAV Vektoren produziert, aufgereinigt und evaluiert. Sodann folgt eine Einleitung in die entsprechenden Technologien im Bereich RNAi und Teil drei beschäftigt sich mit Gen-Editierung mittels CRISPR/Cas.

**O: Optogenetische Kontrolle in *E. coli***

In diesem Praktikum werden Proteinlokalisierung und Genexpression in *E. coli* optogenetisch kontrolliert. Die Proteinlokalisierung wird mittels des Magnets-System kontrolliert. Für die Genexpression wird ein neuartiger, lichtinduzierter Transkriptionsfaktor eingesetzt. Die Studierenden lernen, mit bakteriellen Zellkulturen umzugehen, Live Cell Mikroskopie,

---



	Messungen mit FACS und Methoden zur lichtgesteuerten Kontrolle von Prozessen in der lebendigen Zelle.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende praktische Fähigkeiten zur Wirkstoffforschung. 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>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.
<b>• Modulelement: Seminar Wirkstoffforschung (Hauptfach)</b>	
<b>Lehrform:</b>	Seminar und Vorlesung
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Prof. Dr. U. Müller, IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	6
<b>SWS</b>	2
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 30 h Vor- und Nachbereitung: 150 h
<b>Lerninhalte:</b>	Aktuelle Forschungsthemen der Wirkstoffforschung.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden können spezielle Fragestellungen und neue Methoden der Wirkstoffforschung bearbeiten und bewerten. 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.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.
<b>• Modulelement: Forschungspraktikum Wirkstoffforschung (Hauptfach)</b>	
<b>Lehrform:</b>	Praktikum/Übung
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Dozenten/innen der Prüferliste des IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	6
<b>SWS</b>	8
<b>Leistungskontrolle:</b>	Definiert der/die verantwortliche Dozent/in
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 120 h Vor- und Nachbereitung: 60 h

---

<b>Lerninhalte:</b>	Bearbeitung einer Aufgabe aus der Wirkstoffforschung unter Anleitung im Rahmen eines aktuellen Forschungsthemas.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden verfügen über vertiefende praktische und theoretische Kenntnisse zur Wirkstoffforschung mit Fokus auf verschiedenen biomedizinischen Themen, Methoden und wissenschaftlichen Herangehensweisen.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

---

### **Vertiefungsmodul: Bioinformatik**

<b>Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:</b>	Erfolgreich absolvierte Grundmodule mit Ausnahme der Verfahrenstechnik
<b>Angebotszyklus:</b>	Jährlich
<b>Arbeitsaufwand gesamt:</b>	Nebenfach 360 h, Hauptfach 720 h
<b>Credit Points (CP):</b>	Nebenfach 12, Hauptfach 24
<b>Bewertungsschlüssel:</b>	Als Nebenfach: Je 1/2 Ringvorlesung und Wahlpflichtpraktikum Als Hauptfach: Je 1/4 Ringvorlesung, Wahlpflichtpraktikum, Seminar und Forschungspraktikum Wirkstoffforschung
<b>Lerninhalte und Lernziele des Moduls:</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende theoretische und praktische Kenntnisse zur Bioinformatik. 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>Lehr- und Lernformen:</b>	Vorlesung, Praktikum und Seminar. Im Nebenfach eine zugeordnete Vorlesung und ein Praktikum, im Hauptfach eine zugeordnete Vorlesung, ein Seminar und zwei Praktika.
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>	Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. R. Eils, Bioquant, IPMB, Universität Heidelberg

#### **• Modulelement: Ringvorlesung Bioinformatik**

<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Prof. Dr. R. Eils/ Prof. Dr. B. Brors / Dr. C. Herrmann / PD Dr. K. Rohr / Dr. M. Schlesner IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	5
<b>SWS</b>	4
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit Vorlesung: 60 h Vor- und Nachbereitung: 120 h

<b>Lerninhalte:</b>	Aufbauend auf dem Modul des 3. FS werden weitere Themen der Bioinformatik behandelt. Schwerpunkte sind Algorithmen zur Analyse und Prozessierung von Hochdurchsatz-Sequenzierdaten (Whole-genome Sequencing; whole-genome bisulfite sequencing; RNA-seq; ChIP-seq) /Bioinformatik der transkriptionellen Regulierung: Vorhersagen zu Transkriptionsfaktorbindestellen, Datenintegration / Weiterführende Bildverarbeitung.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden können sowohl Sequenzierdaten als auch Bild- daten mit modernen Methoden der Bioinformatik analysieren. Ein besonderer Fokus sind Methoden der Datenintegration.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.
<b>• Modulelement: Wahlpflichtpraktikum Bioinformatik</b>	
<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Dr. M. Schlesner, IPMB, Universität Heidelberg (A) Dr. C. Conrad, Bioquant, Universität Heidelberg (B)
<b>Studiensemester:</b>	5
<b>SWS</b>	8
<b>Leistungskontrolle:</b>	Praktikumsklausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 120 h Vor- und Nachbereitung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	<b>A: Python-Kurs:</b> Die Studierenden lernen, bioinformatische Problemstellungen mittels Programmierungen in Python zu bearbeiten. <b>B: Intelligent Imaging und Single Cell Sequencing von 3D-Geweben:</b> In diesem Praktikum werden fortgeschrittene Maschinenlern-Algorithmen eingesetzt, um 3D-Gewebe-kulturen zu analysieren. In weiteren Experimenten werden die so beobachteten Phänotypen mit den genetischen Informationen einzelnen Zellen korreliert. Darüber hinaus werden aktuelle Themen der Einzelzellanalyse und Bioinformatik von Spheroiden bearbeitet.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende praktische Fähigkeiten zur Bioinformatik. Sie sind dazu fähig, unter Anleitung selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten. Die so erhaltenen wissenschaftlichen Ergebnisse können sie vor Fachwissenschaftlern präsentieren und wissenschaftlich argumentieren sowie diskutieren.
<b>Literaturhinweise:</b>	Praktikumsskript

• **Modulelement: Seminar Bioinformatik (Hauptfach)**

<b>Lehrform:</b>	Vorlesung
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Prof. Dr. R. Eils/ Prof. Dr. B. Brors / Dr. C. Herrmann / PD Dr. K. Rohr, IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	6
<b>SWS</b>	2
<b>Leistungskontrolle:</b>	Klausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit Seminar: 30 h Vor- und Nachbereitung: 150 h
<b>Lerninhalte:</b>	Aktuelle Forschungsthemen der Bioinformatik.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden können spezielle Fragestellungen und neue Methoden der Bioinformatik bearbeiten und bewerten. Aufgrund dieses erworbenen Wissens ordnen sie neue Sachverhalte fachlich korrekt ein und können sie zueinander in Kontext setzen und sind zum eigenständigen Weiterlernen befähigt.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Forschungspraktikum Bioinformatik (Hauptfach)**

<b>Lehrform:</b>	Praktikum/Übung
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Dozenten/innen der Prüferliste des IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	6
<b>SWS</b>	8
<b>Leistungskontrolle:</b>	Protokoll und mündliche Präsentation
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 120 h Vor-und Nachbereitung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	Bearbeitung einer bioinformatischen Aufgabe unter Anleitung im Rahmen eines aktuellen Forschungsthemas.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden verfügen über vertiefende praktische und theoretische Kenntnisse zur Bioinformatik mit Fokus auf Sequenzanalyse und maschinellem Lernen sowie Auswertung von Daten bildgebender diagnostischer Verfahren und zellbiologischer Analysen.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

### **Vertiefungsmodul: Biophysikalische Chemie**

**Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:** Erfolgreich absolvierte Grundmodule mit Ausnahme der Verfahrenstechnik

**Angebotszyklus:** Jährlich

**Arbeitsaufwand gesamt:** Nebenfach 360 h, Hauptfach 720 h

**Credit Points (CP):** Nebenfach 12, Hauptfach 24

**Bewertungsschlüssel:** Als Nebenfach: Je 1/2 Ringvorlesung und Wahlpflichtpraktikum  
Als Hauptfach: Je 1/4 Ringvorlesung, Wahlpflichtpraktikum, Seminar und Forschungspraktikum Wirkstoffforschung

**Lerninhalte und Lernziele des Moduls:** Die Studierenden erlangen vertiefende theoretische und praktische Kenntnisse zur Biophysikalischen Chemie. 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/innen präsentieren und wissenschaftlich argumentieren sowie diskutieren.

**Lehr- und Lernformen:** Vorlesung, Praktikum und Seminar. Im Nebenfach eine zugeordnete Vorlesung und ein Praktikum, im Hauptfach eine zugeordnete Vorlesung, ein Seminar und zwei Praktika.

**Verwendbarkeit des Moduls:** Molekulare Biotechnologie (Bachelor), einsetzbar in der naturwissenschaftlichen Grundausbildung modularisierter naturwissenschaftlicher Studiengänge

**Modulverantwortlicher:** Prof. Dr. M. Tanaka, Physikalisch-Chemisches Institut

#### **• Modulelement: Ringvorlesung Biophysikalische Chemie**

**Lehrform:** Vorlesung

**Verantwortlicher/Dozent:** Prof. Dr. M. Tanaka / Prof. Dr. J. Langowski / Dr. H. Böhm, Physikalisch-Chemisches Institut / Prof. Dr. U. Schwarz, Institut für Physik und Astronomie / Prof. Dr. I. Sinning, BZH / Dr. I. Romero-Brey, Universitätsklinikum, Universität Heidelberg / Prof. Dr. S. Hell, DKFZ Heidelberg

**Studiensemester:** 5

**Leistungskontrolle:** Klausur

**SWS** 4

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 60 h

Vor- und Nachbereitung: 120 h

<b>Lerninhalte:</b>	<p><b>Physikalische Chemie:</b> Klassische Mechanik, Photoelektrische Effekte, Bohr'sches Atommodell, Heisenberg Modell, Quantenmechanik, Schrödinger Gleichung, Welle-Teilchendualismus, Molekülspektroskopie</p> <p><b>Biophysikalische Chemie:</b> Molekulare Biophysik, Mechanismen der DNA, Optische Spektroskopie, Physikalische und chemische Eigenschaften von Oberflächen</p> <p><b>Weitere Themen:</b> Elektronenmikroskopie, Flexible Moleküle, Einzelmolekülbiochemie, Oberflächen-Biophysik, Kristallographie, dynamische Aspekte von Molekülen, Optische Nanoskopie</p>
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden verfügen über vertiefende theoretische Kenntnisse zur physikalischen Chemie und Biophysik mit Fokus auf Oberflächenchemie, Proteinmechanik, Strukturbiologie, mikroskopischen Strukturtechniken und Imaging. 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.
<b>Literaturhinweise:</b>	Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Wahlpflichtpraktikum Biophysikalische Chemie**

<b>Lehrform:</b>	Praktikum
<b>Verantwortliche/r Dozent/in:</b>	Prof. Dr. M. Tanaka / Prof. Dr. J. Spatz / Dr. H. Böhm, Physikalisch-Chemisches Institut sowie Dozenten/innen der Prüferliste des IPMB, Universität Heidelberg
<b>Studiensemester:</b>	5
<b>SWS</b>	8
<b>Leistungskontrolle:</b>	Praktikumsklausur
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Präsenzzeit: 120 h Vor- und Nachbereitung: 60 h
<b>Lerninhalte:</b>	Optische und Fluoreszenzmikroskopie, Quartz Crystal Microbalance with Dissipation Monitoring (QCMD), bioaktive Hydrogele, Filmwaage und Rasterkraftmikroskopie.
<b>Lernziele:</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende praktische Fähigkeiten zur Biophysikalischen Chemie. 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.

**Literaturhinweise:** Praktikumsskript

• **Modulelement: Seminar Cell Biophysics (Hauptfach)**

**Lehrform:** Seminar

**Verantwortliche/r** PD Dr. A. Cavalcanti-Adam, Physikalisch-Chemisches Institut

**Dozent/in:**

**Studiensemester:** 6

**SWS** 2

**Leistungskontrolle:** Klausur

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Seminar: 30 h  
Vor- und Nachbereitung: 150 h

**Lerninhalte:** Aktuelle Forschungsthemen der Biophysik sowie biophysikalischen und physikalischen Chemie.

**Lernziele:** Die Studierenden können spezielle Fragestellungen und neue Methoden der Biophysik sowie biophysikalischen und physikalischen Chemie bearbeiten und bewerten. 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.

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.

• **Modulelement: Forschungspraktikum Biophysikalische Chemie (Hauptfach)**

**Lehrform:** Praktikum / Übung

**Verantwortliche/r** Dozenten/innen der Prüferliste des IPMB, Universität Heidelberg

**Dozent/in:**

**Studiensemester:** 6

**Leistungskontrolle:** 8

**SWS** Definiert der/die verantwortliche Dozent/in

**Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 120 h  
Vor- und Nachbereitung: 60 h

**Lerninhalte:** Bearbeitung einer Aufgabe aus der biophysikalischen Chemie unter Anleitung im Rahmen eines aktuellen Forschungsthemas.

**Lernziele:** Die Studierenden verfügen über vertiefende praktische und theoretische Kenntnisse zur Biophysikalischen Chemie mit Fokus auf verschiedenen Mikroskopietechniken, Mikrofluidik und biokativen Hydrogelen.

**Literaturhinweise:** Literaturempfehlungen erfolgen vom jeweiligen Dozenten.



<b>Modul: Bachelorarbeit</b>	
<b>Teilnahmevoraussetzung/ Vorkenntnisse:</b>	Erfolgreich absolvierte Grundmodule, absolviertes Industriepraktikum und 150 erzielte CPs
<b>Angebotszyklus:</b>	Semesterweise
<b>Arbeitsaufwand gesamt:</b>	360 h, 10 Wochen, davon ca. 8 Wochen Präsenzzeit (ca. 285 h) und 2 Wochen Nachbereitung
<b>Credit Points (CP):</b>	12
<b>Bewertungsschlüssel:</b>	Gutachten des/der Prüfers/in
<b>Modulverantwortliche/r:</b>	Studiendekan/in
<b>Lehrform:</b>	Selbständige Projektarbeit unter Anleitung
<b>Verantwortlicher/Dozent:</b>	Dozenten/innen der aktuellen Prüferliste des IPMB
<b>Studiensemester:</b>	6
<b>SWS</b>	19
<b>Leistungskontrolle:</b>	Bachelorarbeit
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Projektarbeit und Erstellen der Bachelorarbeit: 360 h
<b>Lerninhalte:</b>	Die Themen der Bachelorarbeit werden durch die Betreuer vergeben. Im Rahmen des Moduls Bachelorarbeit wird eine wissenschaftliche Fragestellung selbstständig unter Anleitung des Betreuers bearbeitet und eine schriftliche Bachelorarbeit verfasst.
<b>Lernziele:</b>	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.
<b>Literaturhinweise:</b>	Selbständiges Erarbeiten der Grundlagen zum Thema anhand wissenschaftlicher Publikationen

## Musterstudienplan

	FS 1	FS 2	FS 3	FS 4	FS 5	FS 6
<b><u>Modul</u></b>						
Grundlagen AC für MoBi	XXXXX	XXXXX				
Grundlagen Biologie für MoBi	XXXXX					
Mathematik für MoBi	XXXXX	XXXXX				
Grundlagen OC für MoBi		XXXXX	XXXXX			
Physik für MoBi	XXXXX	XXXXX				
Industriepraktikum	Frei wählbar in vorlesungsfreier Zeit					
Spezielle Chemie für MoBi			XXXXX	XXXXX		
Einführung in die Bioinformatik			XXXXX	XXXXX		
Spezielle Biologie für MoBi		XXXXX	XXXXX	XXXXX		
Praktische Biologie für MoBi			XXXXX	XXXXX		
Physikalische Chemie				XXXXX		
Biotechnologische Verfahrenstechnik				XXXXX		
Vertiefung Wirkstoff-Forschung (nur für Hauptfach)					XXXXX	XXXXX
Vertiefung Bioinformatik (nur für Hauptfach)					XXXXX	XXXXX
Vertiefung Biophysikalische Chemie (nur für Hauptfach)					XXXXX	XXXXX
Bachelorarbeit						XXXXX
Fächerübergreifende Kompetenzen	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX		

## Eckdaten des Studiengangs

- Name der Universität: **Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**
- Name der studienorganisatorischen Einheit: **Fakultät für Biowissenschaften, Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie (IPMB)**
- Name des Studiengangs: **Molekulare Biotechnologie, Bachelor of Science**
- Studienform (z. B. Vollzeit, Teilzeit, berufsbegleitend, online): **Vollzeit**
- Art des Studiengangs (konsekutiv oder weiterbildend): **Konsekutiv**
- Datum bzw. Version/Fassung des Modulhandbuchs: **Version 2, Juni 2016**
- Regelstudienzeit: **6 Semester**
- Einführungsdatum des Studiengangs: **WS 2001/2002**
- Fachwissenschaftliche Zuordnung/en: **Molekulare Biowissenschaften**
- Studienstandort/e: **Heidelberg, Bielefeld, Dresden, München**
- Anzahl der im Studiengang zu erwerbenden Leistungspunkte: **180**
- Anzahl der Studienplätze: **Zulassungsbeschränkt auf 83**
- Gebühren / Beiträge: **Aktuell 142,30 € Semesterbeitrag**
- Zielgruppe / Adressaten: **Hochschulzugangsberechtigte mit einschlägigem fachlichem Interesse**

## Abkürzungsverzeichnis

LP	Leistungspunkte
P	Praktikum
S	Seminar
SWS	Semesterwochenstunden
Ü	Übung
V	Vorlesung