



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

Fakultät Life Sciences

# **Modulhandbuch**

Bachelorstudiengang Biotechnologie



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# **Modulhandbuch**

## **B.Sc. Biotechnologie**

**(Prüfungsordnung für Studienanfänger im 1. Semester ab WS 2015/16)**

**Fakultät Life Sciences**  
**Department Biotechnologie**

**Oktober 2019**

Department Biotechnologie / Fakultät Life Sciences  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg  
[www.haw-hamburg.de](http://www.haw-hamburg.de)

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Ziele des Studiums .....	4
Praxisbezug.....	7
Forschung.....	7
Die Bachelorarbeit.....	7
Studienübersicht .....	9
Modulbeschreibungen.....	10
Mathematik A .....	10
Mathematik B .....	12
Physik A.....	14
Physik B.....	16
Informatik .....	18
Chemie 1 .....	20
Allgemeiner Wahlpflichtbereich A .....	23
Chemie 2.....	24
Grundlagen der Biotechnologie.....	26
Elektrotechnik.....	28
Verfahrenstechnische Grundlagen.....	30
Elektronik .....	32
Messtechnik.....	34
Regelungstechnik.....	36
Biochemie .....	38
Instrumentelle Analytik.....	40
Mikrobiologie.....	42
Fermentationstechnik .....	44
Molekularbiologie .....	47
Aufarbeitung von Bioprodukten .....	49
Rechnergestützte Datenverarbeitung.....	51
Recht.....	53
Allgemeiner Wahlpflichtbereich B .....	55
Technischer Wahlpflichtbereich.....	56
Praxissemester .....	58
Bachelorarbeit.....	60
Lehrplan.....	62

## **Ziele des Studiums**

Die Biotechnologie ist eine typische Querschnittstechnologie für zahlreiche anwendungsnahe Disziplinen: Medizin, Chemie, Physik, Informationstechnologie, Materialwissenschaften und andere. Schon heute ist der Einsatz biotechnologischer Verfahren in vielen Bereichen alltäglich. Schon lange werden Waschmittelenzyme, Vitamine, Lebensmittelzusatzstoffe oder Antibiotika mithilfe umweltfreundlicher biotechnologischer Verfahren hergestellt. Die Biotechnologie bildet als interdisziplinäre Wissenschaft eine Schnittmenge aus biologischen, chemischen und verfahrenstechnischen Disziplinen ab. Damit entspricht sie einem wachsenden Bereich von Aufgabefeldern in der Industrie, die fächerübergreifend orientiert sind.

Der Bachelorstudiengang Biotechnologie bietet nach einer Regelstudienzeit von 3,5 Jahren einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss, der zur selbständigen Bearbeitung einschlägiger Fragestellungen im Berufsfeld qualifiziert. Das Berufsfeld umfasst Tätigkeiten in der chemischen und pharmazeutischen Industrie, im Bereich Umweltschutz und Umweltsanierung, im Dienstleistungsbereich mit diagnostischen und medizinischen Fragestellungen sowie den Bereich Geräteherstellung für biotechnologische Prozesse und deren Vertrieb. Hierbei wird ein breites Spektrum von Veranstaltungen in der Biochemie, Bioverfahrenstechnik, Mikrobiologie, Molekularbiologie, Zellkulturtechnik, Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren abgedeckt, sowohl in der angewandten Forschung als auch in deren technischer Umsetzung bei Produktionsprozessen.

Der Studiengang soll die Absolventinnen und Absolventen in die Lage versetzen, technische und naturwissenschaftliche Anwendungen umzusetzen sowie die molekularen und zellulären Grundlagen biotechnologischer Verfahren und Prozesse zu analysieren. Auf dieser Basis sind Absolventinnen und Absolventen in der Lage, gezielte und strategisch einschlägige Verfahrensoptimierungen umzusetzen.

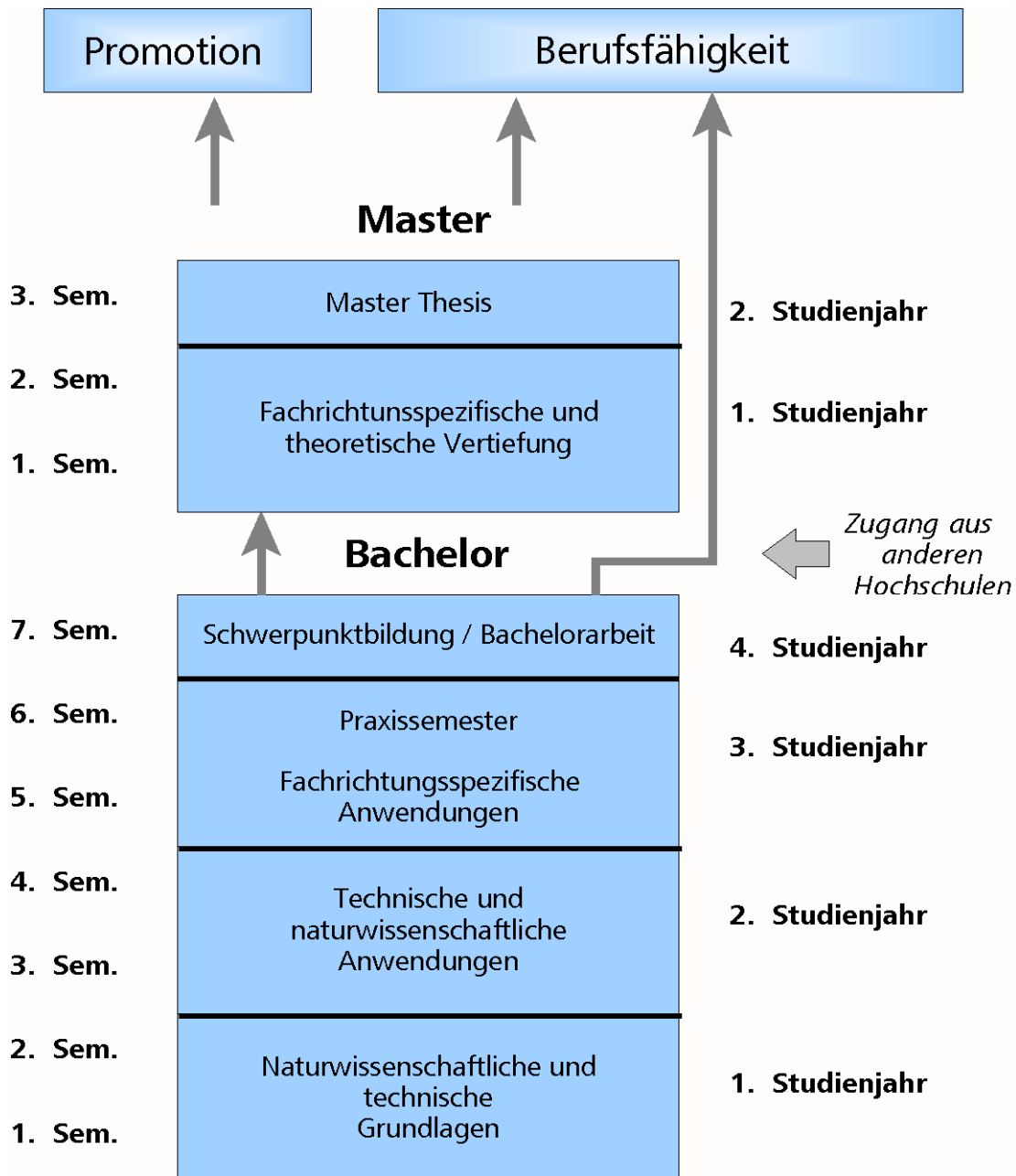
Der Studiengang basiert in den ersten drei Semestern auf Lehrveranstaltungen mit naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Ausrichtung, in denen Grundlagen entsprechender Disziplinen gelehrt werden. Der zweite Teil des Lehrangebots besteht aus fachrichtungsspezifischen Lehrveranstaltungen zu technischen und natur-

wissenschaftlichen Anwendungen. Hierbei wird ein breites Spektrum von Veranstaltungen aus dem Bereich der Biotechnologie abgedeckt, wie von Seiten der Industrie für einen berufsqualifizierenden Abschluss nachgefragt wird. Der Studiengang erlaubt eine Vertiefung durch die Studierenden im Wahlpflichtbereich in Kombination mit dem jeweiligen Praxissemester und der Bachelorarbeit. Im Übrigen wird aber auf eine breite Grundlage gesetzt, die eine Arbeit in unterschiedlichen Berufsfeldern ermöglicht.

Ein wichtiges Element des Lehrangebots ist sein Praxisbezug. Er findet sich im seminaristischen Stil anwendungsorientierter Lehrveranstaltungen, in den verschiedenen Praktika sowie im Praxissemester. Um den Einstieg in eine international agierende Industrie zu vereinfachen, werden einzelne Veranstaltungen in englischer Sprache angeboten.

Die Lehrveranstaltungen spiegeln die Grundanforderungen eines Biotechnologiestudiums wider, mit einer Vertiefung im Bereich biologischer Systeme sowie bei den verfahrenstechnischen Ausrichtungen. Die Studierenden erwerben darüber hinaus Kompetenzen, die eine nachfolgende Höherqualifizierung in einem Masterstudium grundsätzlich erlauben, zum Beispiel in dem konsekutiven Masterstudiengang Pharmaceutical Biotechnology, der von der Fakultät Life Sciences angeboten wird.

Nach dem 4. und nach dem 5. Semester ist ein Mobilitätsfenster vorgesehen, in dem die Studierenden eine Auslandsphase in ihre persönliche Studienplanung integrieren können.



## **Praxisbezug**

Vor Aufnahme des Studiums soll eine berufspraktische Tätigkeit (Vorpraxis) im Umfang von 13 Wochen abgeleistet werden. Es sollen technische Werkstoffe sowie ihre Be- und Verarbeitungsmöglichkeiten kennengelernt werden. Ein Teil der Vorpraxis wird auf dem Gebiet einer biotechnologischen Themenstellung durchgeführt, die auf das nachfolgende Studium hinführt. Die Studierenden sollen sich einen Überblick über Betriebsmittel, Verfahren und Arbeitsmethoden verschaffen sowie Einblicke in naturwissenschaftlich-technische, organisatorische, ökonomische und soziale Zusammenhänge des Betriebsgeschehens erhalten. Die Richtlinien für die Vorpraxis sind in einem separaten Dokument beschrieben.

Im 6. Semester ist ein Praxissemester in einem einschlägigen Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung der Biotechnologie integriert. Begleitet werden die Studierenden während dieser Zeit durch das "Kolloquium zum Praxissemester". Die Suche nach einem geeigneten Praktikumsplatz wird durch die/ den Beauftragte/n für Vorpraxis und Praxissemester unterstützt. Darüber hinaus wird das Praktikum von Seiten der Hochschule begleitet; jede Professorin bzw. jeder Professor kann Studierende während des Praxissemesters betreuen. An diese Lehrenden können sich die Studierenden jederzeit wenden und werden bei ihren Aufgabenstellungen und ggf. bei Problemen beraten. Die Richtlinien zum Praxissemester sind in einem separaten Dokument einsehbar.

Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen, die Biotechnologen als Fachkräfte anstellen, runden den Praxisbezug ab.

## **Forschung**

Die Professorinnen und Professoren des Studienganges Biotechnologie engagieren sich in verschiedenen Bereichen der biotechnologischen Forschung in unterschiedlicher Ausprägung. Bachelorarbeiten können an der Hochschule in diesen entsprechenden Forschergruppen oder Laboren abgeleistet werden. Darüber hinaus wird Forschung in studentischen Projekten betrieben und fließt kontinuierlich in die Lehre ein.

## **Die Bachelorarbeit**

Die Bachelorarbeit ist eine theoretische, empirische oder experimentelle Untersuchung mit schriftlicher Ausarbeitung. In der Bachelorarbeit sollen die Studierenden zeigen, dass

sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus ihrer gewählten Studienvertiefung selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse zu bearbeiten. Für die erfolgreich abgeschlossene Bachelorarbeit erhalten die Studierenden 12 CP.



## Studienübersicht

1. Studienjahr	Wahlpflichtbereich Mathematik Physik Informatik Chemie	1. Semester
	Grundlagen der Biotechnologie Elektrotechnik	2. Semester
2. und 3. Studienjahr	Verfahrenstechnische Grundlagen Elektronik Messtechnik Biochemie	3. Semester
	Instrumentelle Analytik Mikrobiologie Fermentationstechnik	4. Semester
	Regelungstechnik Rechnergestützte Datenverarbeitung Molekularbiologie Aufarbeitung von Bioprodukten	5. Semester
	Praxissemester im Umfang von 20 Wochen	6. Semester
	Recht Wahlpflichtbereich	7. Semester
	Bachelorarbeit im Umfang von 10 Wochen	
4. Studienjahr		

## Modulbeschreibungen

<b>Modulkennziffer: 1</b>	<b>Mathematik A</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marion Siegers
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Holger Kohlhoff, Prof. Dr. Christoph Maas, Prof. Dr. Anna Rodenhausen, Prof. Dr. Rainer Sawatzki, Prof. Dr. Thomas Schiemann, Prof. Dr. Meike A. Schweisfurth, Prof. Dr. Marion Siegers, Prof Dr. Boris Tolg
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	1. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	7
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	210 h, davon Präsenzstudium 96 h (6 SWS), Selbststudium 114 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	Empfohlene Vorkenntnisse: Schulkenntnisse Mathematik (mindestens Fachoberschulabschluss)
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können technisch-naturwissenschaftliche Probleme mit der mathematischen Syntax beschreiben.</li> <li>• sind mit den grundlegenden Konzepten der Differenzial- und Integralrechnung sowie der linearen Algebra vertraut.</li> <li>• können die Werkzeuge aus den genannten Gebieten sicher anwenden.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, in der Peergroup über mathematische Aufgabenstellungen zu sprechen und sie zu lösen.</li> <li>• sind in der Lage, mit mathematischen Arbeitsmaterialien selbstständig umzugehen.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Mathematisches Grundlagenwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mengen</li> <li>– Rechnen mit reellen Zahlen, Gleichungen und Ungleichungen</li> <li>– Reelle elementare Funktionen einer Veränderlichen</li> </ul>	

## Lineare Algebra

- Grundbegriffe der Vektoralgebra
- Vektorrechnung im 3-dimensionalen Raum mit Beispielen aus der Geometrie

## Differenzial- und Integralrechnung für Funktionen einer reellen Veränderlichen

- Differentiation reeller Funktionen einer Variablen
- Kurvendiskussion, Extremwertaufgaben, geometrische Anwendungen
- Newton-Verfahren für nichtlineare Gleichungen
- Bestimmtes und unbestimmtes Integral, Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung

Lehre der Mathematik mit Anwendungsbezügen zu dem jeweiligen Studiengang

## Zugehörige Lehrveranstaltungen

- Mathematik 1

### Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen

seminaristischer Lehrvortrag, Übungen, Kleingruppenarbeit, Selbststudium, Tafel, Beamer, mathematische Software

### Studien- und Prüfungsleistungen

1 Klausur (Prüfungsleistung)

### Literatur/ Arbeitsmaterialien

#### Lehrbücher:

- Engeln-Müllges, G. (Hrsg.). Kompaktkurs Ingenieurmathematik. München: Carl Hanser Verlag.
- Fetzter, A.; Fränkel, H. Mathematik Bd. 1-2. Berlin: Springer Vieweg Verlag.
- Papula, L. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1, Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Papula, L. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 2. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Maas, C. Wiley-Schnellkurs Analysis. Weinheim: Wiley-VCH

#### Arbeitsbücher:

- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 1, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 2, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 3, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 4, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Turtur, C.-W. Prüfungstrainer Mathematik. Wiesbaden: Springer Spektrum Verlag.

#### Formelsammlungen:

- Papula, L. Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Stöcker, H. Taschenbuch mathematischer Formeln und moderner Verfahren. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.
- Merziger, G.; Mühlbach, G.; Wille, D.; Wirth, T.: Formeln und Hilfen zur Höheren Mathematik. binomiverlag.de.

<b>Modulkennziffer: 2</b>	<b>Mathematik B</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marion Siegers
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Holger Kohlhoff, Prof. Dr. Christoph Maas, Prof. Dr. Anna Rodenhausen, Prof. Dr. Rainer Sawatzki, Prof. Dr. Thomas Schiemann, Prof. Dr. Meike A. Schweisfurth, Prof. Dr. Marion Siegers, Prof. Dr. Boris Tolg
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. und 3. Semester / 2 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	7
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	210 h, davon Präsenzstudium 96 h (6 SWS), Selbststudium 114 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Teilnahme an dem Modul „Mathematik A“
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können technisch-naturwissenschaftliche Probleme mit der mathematischen Syntax beschreiben.</li> <li>• kennen die grundlegenden Konzepte der Differenzial- und Integralrechnung sowie der linearen Algebra.</li> <li>• kennen die grundlegenden Konzepte der gewöhnlichen Differenzialgleichungen und der Reihen.</li> <li>• können die Werkzeuge aus den genannten Gebieten sicher anwenden.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b> Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Peergroup über mathematische Aufgabenstellungen zu sprechen und sie zu lösen.</li> <li>• mathematische Arbeitsmaterialien selbstständig zu gebrauchen.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Differenzial- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Partielle Ableitung, Gradient, Richtungsableitung</li> <li>– Totales Differenzial, Tangentialebene</li> <li>– Bereichs- und Volumenintegral</li> </ul> <p>Lineare Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lineare Gleichungssysteme, Gauß-Verfahren, Matrizen, Determinanten</li> </ul> <p>Fehlerrechnung</p> <p>Komplexe Zahlen</p> <p>Differenzialgleichungen</p>	

- Gewöhnliche Differenzialgleichungen
- Differenzialgleichungen 1. und 2. Ordnung
- Einführung in Differenzialgleichungssysteme

Reihen

- Taylor-Reihen
- Fourier-Reihen

Lehre der Mathematik mit Anwendungsbezügen zu dem jeweiligen Studiengang

### Zugehörige Lehrveranstaltungen

- Mathematik 2
- Mathematik 3

### Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen

seminaristischer Lehrvortrag, Übungen, Kleingruppenarbeit, Selbststudium, Tafel, Beamer, mathematische Software

### Studien- und Prüfungsleistungen

Prüfungsnachweis in Form von je einer Klausur pro Lehrveranstaltung

### Literatur/ Arbeitsmaterialien

#### Lehrbücher:

- Engeln-Müllges, G. (Hrsg.). Kompaktkurs Ingenieurmathematik. München: Carl Hanser Verlag.
- Fetzer, A.; Fränkel, H. Mathematik Bd. 1-2. Berlin: Springer Vieweg Verlag.
- Papula, L. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 1. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Papula, L. Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler 2. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.

#### Arbeitsbücher:

- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 1, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 2, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 3, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kusch, L.; Jung, H.; Rüdiger, K. Cornelsen Lernhilfen Mathematik 4, Berlin: Cornelsen Verlag.
- Turtur, C.-W. Prüfungstrainer Mathematik. Wiesbaden: Springer Spektrum Verlag.

#### Formelsammlungen:

- Papula, L. Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Stöcker, H. Taschenbuch mathematischer Formeln und moderner Verfahren. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.
- Merziger, G.; Mühlbach, G.; Wille, D.; Wirth, T.: Formeln und Hilfen zur Höheren Mathematik. binomiverlag.de.

<b>Modulkennziffer: 3</b>	<b>Physik A</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lichtenberg
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Nicolas Bishop, Prof. Dr. Kai Freudenthal, Prof. Dr. Timon Kampschulte, Prof. Dr. Veit Dominik Kunz, Prof. Dr. Gerwald Lichtenberg, Prof. Dr. Marion Siegers, Prof. Dr. Udo van Steevendal
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	1. Semester / 1 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon 64 h Präsenz (4 SWS), 86 h Selbststudium
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Modul Mathematik A (begleitend zu hören)
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch

### **Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele**

#### **Fachliche und methodische Kompetenzen**

1. Studierende kennen physikalische Begriffe der klassischen Mechanik und Thermodynamik, wissen diese einzuordnen und können die Newtonschen Axiome, Impuls- und Energieerhaltungssätze, das ideale Gasgesetz und die thermodynamischen Hauptsätze wiedergeben,
2. Sie verstehen die wesentlichen Voraussetzungen und Zusammenhänge der mechanischen und thermodynamischen Axiome und Gesetze und sind in der Lage, daraus qualitative Aussagen abzuleiten,
3. Auf technische Anlagen und Prozesse können Sie mechanische und thermodynamische Gesetze anwenden und damit experimentelle Ergebnisse quantitativ und mit korrekten Einheiten voraussagen,
4. Sie finden Fehler in Aussagen, Ableitungen und Rechnungen, indem sie Voraussetzungen und Schlussfolgerungen mit Hilfe physikalischer Gesetze analysieren und numerische Werte überschlagen,
5. Durch Ausnutzung und Kombination bekannter physikalischer Phänomene entwickeln sie neue Systeme und Versuchsanordnungen mit gewünschten Eigenschaften,
6. Sie sind in der Lage, die gelernten physikalischen Inhalte und Kompetenzen in ihnen bisher unbekannte Anwendungsgebiete zu transferieren.

Die Entwicklung der Basiskompetenzen 1-3 sind notwendige Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme. Die Kompetenzen 4-6 sind für den späteren Ingenieurberuf notwendig – im Modul Physik A werden Impulse zu ihrer Entwicklung gegeben, die von den Studierenden aufgegriffen werden können.

#### **Sozial- und Selbstkompetenzen**

7. Die Studierenden machen sich eigene Fehlvorstellungen bewusst und korrigieren diese,
8. Sie können anderen Studierenden physikalische Zusammenhänge erklären,
9. Anhand von praktischen Übungen reflektieren sie auch Vorgänge des alltäglichen Lebens,

10. Sie kommunizieren fachbezogen in der Gruppe und mit den Lehrenden.

**Inhalte**

**Physik 1: Mechanik und Thermodynamik**

*Kinematik:* Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Vektoraddition und -zerlegung, Bahnkurve, Tangential- und Zentripetalbeschleunigung, Translation, Rotation, Kreisbewegung, schiefer Wurf.

*Kräfte:* Newtons Axiome, Kräftegleichgewicht, Freikörperbilder, Federkraft, Schwerkraft, Normalkraft, Reibung.

*Koordinatensysteme:* Galilei-Transformation, Relativgeschwindigkeit, Maßeinheiten.

*Dynamik:* Inertialsysteme, Zentripetalkraft, Corioliskraft, Gravitation, Planetenbewegung\*.

*Erhaltungssätze:* Masse, Energie, Impuls, Drehimpuls.

*Starrkörper:* Drehmoment, Schwerpunkt, Gleichgewicht, Massenträgheitsmoment, Satz von Steiner\*, Kreisel\*.

*Hydrostatik:* Druck, Auftrieb, Schwimmen.

*Thermodynamik:* Druck, Temperatur, Wärme, kinetische Gastheorie, ideale und reale Gase, Zustandsgrößen und -änderungen, thermodynamische Hauptsätze, Wärmekapazität, Wärmeleitung\*, Phasenübergänge\*.

(optionale Inhalte sind mit \* gekennzeichnet)

**Zugehörige Lehrveranstaltungen**

- Physik 1

**Lehr- und Lernformen/  
Methoden / Medienformen**

Seminaristische Vorlesungen, Übungen, Tutorien, E-Learning, Experimente

**Studien- und  
Prüfungsleistungen**

Leistungsnachweis: Klausur, Midterm\*.

\*optional

**Literatur/ Arbeitsmaterialien**

- Giancoli D.C. *Physik*, Pearson Verlag.
- Hering E., Martin R., Stohrer M. *Physik für Ingenieure*, Springer.
- Lindner H. *Physik für Ingenieure*, Hanser Verlag.
- McDermott L.C. *Tutorien zur Physik*, Pearson Verlag.
- Paus H. J. *Physik in Experimenten und Beispielen*, Hanser Verlag
- Tipler P.A., Mosca G. *Physik*, Springer Verlag.
- Vorlesungsskripte

<b>Modulkennziffer: 4</b>	<b>Physik B</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Gerwald Lichtenberg
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Nicolas Bishop, Prof. Dr. Kai Freudenthal, Prof. Dr. Timon Kampschulte, Prof. Dr. Veit Dominik Kunz, Prof. Dr. Gerwald Lichtenberg, Dr.-Ing. Dagmar Rokita, Prof. Dr. Marion Siegers, Dipl.-Phys. Carsten von Westarp, Prof. Dr. Udo van Steevendal
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. + 3. Semester / 2 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon 64 h Präsenz (2+2 SWS), 86 h Selbststudium
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: ---</p> <p>Für das Praktikum: Modul Physik A</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Modul Mathematik A</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachliche und methodische Kompetenzen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Studierende kennen physikalische Begriffe der klassischen Mechanik und Thermodynamik sowie von Schwingungen und Wellen, wissen diese einzuordnen und wiederzugeben,</li> <li>2. Sie verstehen die wesentlichen Grundlagen von Schwingungen und Wellen und sind in der Lage daraus qualitative Aussagen abzuleiten,</li> <li>3. Auf technische Anlagen und Prozesse können Sie physikalische Gesetze anwenden, experimentelle Ergebnisse voraussagen sowie messtechnisch überprüfen.</li> <li>4. Sie finden Fehler in Aussagen, Rechnungen und Experimenten, indem sie Voraussetzungen und Schlussfolgerungen mit Hilfe physikalischer Gesetze analysieren und numerische Werte überschlagen,</li> <li>5. Durch Ausnutzung und Kombination bekannter physikalischer Phänomene entwickeln sie neue Systeme und Experimente mit gewünschten Eigenschaften und bauen diese auf.</li> <li>6. Sie sind in der Lage die gelernten physikalischen Inhalte und Kompetenzen in ihnen bisher unbekannte praxisrelevante Anwendungsgebiete zu transferieren.</li> </ol> <p>Die Entwicklung der Basiskompetenzen 1-3 sind notwendige Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme. Zur Ausbildung der für den späteren Ingenieurberuf notwendigen Kompetenzen 4-6 werden im Modul Physik B Entwicklungsanreize gegeben, die von den Studierenden methodisch wie praktisch umgesetzt werden können.</p> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenzen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Die Studierenden erarbeiten selbstständig physikalische Inhalte und Methoden,</li> </ol>	



8. Sie erklären anderen Studierenden physikalische Zusammenhänge und Experimente,
9. Verbindungen zwischen Theorie und experimenteller Praxis stellen sie eigenständig her,
10. Sie kommunizieren und präsentieren fachbezogen in der Gruppe und mit den Lehrenden.

## Inhalte

### Physik 2: Schwingungen und Wellen

*Schwingungen:* freie, gedämpfte und erzwungene Schwingungen, lineare Schwingungsdifferentialgleichung, Amplituden- und Phasenfunktion, Überlagerung, Schwebung, gekoppelte Schwingungen, Fourier-Reihen\*.

*Wellen:* Transversal- und Longitudinalwellen, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Huygens-Prinzip, Reflexion, Brechung, Totalreflexion, Beugung, Kohärenz, Interferenz, stehende Wellen, Polarisation\*, Doppler-Effekt, Anwendungen in Optik und Akustik.

*Quanten\*:* Lichtquanten, Röntgenstrahlung, alpha-, beta- und gamma-Strahlung, Compton-Effekt, Strahlungsgesetze, Schwarzer Strahler, Laser, Materiewellen, de Broglie-Beziehung

(optionale Inhalte sind mit \* gekennzeichnet)

### Physik Praktikum

*Pflicht:* Erdbeschleunigung, Massenträgheitsmoment, Schwingungen, Wellen

*Wahl:* Luftkissenbahn, Crash-Versuche, Viskosität, Wärmedämmung, Sonnenkollektor, Solarzelle, Bestimmung von  $e/m$ , Spektroskopie, Röntgenstrahlung, Ultraschall, Windkraft, Stirlingmotor

(4 Versuche werden ausgewählt)

### Zugehörige Lehrveranstaltungen

- Physik 2
- Physik Praktikum

### Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen

Seminaristische Vorlesungen, Übungen, Tutorials, Experimente, Praktikum, E-Learning.

### Studien- und Prüfungsleistungen

Klausur (Physik 2)  
Protokolle, Berichte, Kolloquien, Präsentation (Physik Praktikum)

### Literatur/ Arbeitsmaterialien

- Giancoli D.C. *Physik*, Pearson Verlag.
- Hering E., Martin R., Stohrer M. *Physik für Ingenieure*, Springer.
- Lindner H. *Physik für Ingenieure*, Hanser Verlag.
- McDermott L.C. *Tutorien zur Physik*, Pearson Verlag.
- Paus H. J. *Physik in Experimenten und Beispielen*, Hanser Verlag
- Tipler P.A., Mosca G. *Physik*, Springer Verlag.
- Walcher, W. *Praktikum der Physik*, Vieweg und Teubner Verlag.
- Eichler, H.J., Kornfeld H.-D., Sahm, J. *Das Neue Physikalische Grundpraktikum*, Springer Verlag
- Vorlesungsskripte
- Versuchsunterlagen für Praktika

<b>Modulkennziffer: 5</b>	<b>Informatik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Boris Tolg
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Kay Förger, Prof. Dr. Thomas Schiemann, Prof. Dr. Holger Kohlhoff, Prof. Dr. Petra Margaritoff, Prof. Dr. Boris Tolg, Prof. Dr. Rainer Sawatzki, Prof. Dr. Anna Rodenhausen
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	1. u. 2. Semester / 2 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	7 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	210 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 114 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Programmierung zu analysieren und eine Lösung aus einzelnen und überschaubaren Schritten zusammzusetzen.</li> <li>• die Methodiken der Programmierung am Beispiel einer oder mehrerer Programmiersprachen zu erkennen und zur Lösung von praxisnahen Aufgabenstellungen anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an selbsterstellten Programmierbeispielen zu erkennen, dass Selbstreflexion und -kritik absolut notwendige Voraussetzungen sind, um qualitativ hochwertige, praxistaugliche und fehlerfreie Lösungen zu erarbeiten.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Grundlagenwissen: Programmierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Datentypen für Programmvariablen und Zellen in Tabellenkalkulationsprogrammen</li> <li>• Grundzüge der Funktionalität von Tabellenkalkulationsprogrammen</li> <li>• Einfache Formeln und Anweisungen in <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmiersprachen</li> <li>- Tabellenkalkulationsprogrammen</li> </ul> </li> <li>• Erstellen und Beschriften von verschiedenen graphischen Darstellungen für Funktionen und Daten durch Erstellung von Datenreihen und Diagrammen.</li> <li>• Graphische Bedienelemente in Tabellenkalkulationsprogrammen und Erstellung von graphischen Benutzeroberflächen</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentationsmöglichkeiten zur graphischen Darstellung der Gesamtlösung, die aus einzelnen Verarbeitungsschritten zusammengesetzt wird (z. B. Programmablaufpläne, UML-Aktivitätsdiagramme, etc.).</li> <li>• Komplexere Anweisungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedingte/alternative Anweisungen in Formeln und in Programmen</li> <li>- verschiedene Schleifentypen in Programmen <ul style="list-style-type: none"> <li>- schrittweise ausgeführte Schleifen mit vorgegebener Anzahl von Durchläufen (for),</li> <li>- kopfgesteuerte Schleifen</li> <li>- fußgesteuerte Schleifen</li> <li>- allgemeine Schleifen</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Prozeduren und Funktionen in Programmen</li> <li>• Grundzüge des objektorientierten Programmierens: Daten und Methoden und deren Kapselung</li> </ul> <p>Programmiersprachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C/C++ (Informatik 2 &amp; Informatik 2 Praktikum)</li> <li>• VBA (Informatik 1 Praktikum)</li> </ul>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik Praktikum 1</li> <li>• Informatik 2</li> <li>• Informatik Praktikum 2</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik 2: Lehrvortrag unter seminaristischer Einbeziehung der Studierenden, insbesondere Beamer-Projektion zur Demonstration der Funktionsweise von Programmen und Lösungsalternativen am Computer.</li> <li>• Praktikum: Lösung von vorgegebenen Praktikumsaufgaben während der Präsenzzeiten: auf Schwierigkeiten und Verständnisprobleme wird im Rahmen der Betreuung eingegangen. Hinzu kommt die Präsentation von ausgewählten Lösungen vor der Studiengruppe</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik 2: Prüfungsnachweis in Form einer Klausur</li> <li>• Informatik Praktikum 1 und 2: je 1 Studienleistung (Anwesenheit &amp; Testate)</li> </ul>
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlenkötter, H. Programmieren von Anfang an. Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.</li> <li>• Willemer, A. Einstieg in C++. Bonn: Galileo Press.</li> <li>• Übungs- und Praktikumsaufgaben, Musterlösungen mit verschiedenen Lösungsalternativen, Lösungsbeispiele aus dem Lehrvortrag, Aufgabenstellungen früherer Klausuren</li> <li>• RRZN Universität Hannover: Excel</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 6</b>	<b>Chemie 1</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bettina Knappe
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Olaf Elsholz, Prof. Dr. Bettina Knappe, Prof. Dr. Gesine Witt, Prof. Dr.-Ing. Bernd Sadlowsky, Prof. Dr. Marcus Schiefer, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	1. Semester / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	10 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	300 h, davon Präsenzstudium 128 h (8 SWS), Selbststudium 172 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b>	
<b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b>	
Die Studierenden ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen wissenschaftlich fundierte, grundlagen- und methodenorientierte Kenntnisse zur allgemeinen und anorganischen Chemie,</li> <li>• sind in der Lage, die Grundlagen und die Prinzipien der Allgemeinen und Anorganischen Chemie darzustellen und können diese auf die spezifischen Studieninhalte bzw. Eigenschaften und Reaktionen von Stoffen beziehen,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit zentrale Fragestellungen der Chemie zu skizzieren sowie fachliche Fragen selbst zu entwickeln,</li> <li>• sind in der Lage, Methoden der Chemie zu beschreiben und anzuwenden sowie sie hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen für die Erzeugung von Wissen einzuschätzen,</li> <li>• können Formeln der Chemie physikalisch und mathematisch korrekt anwenden,</li> <li>• beherrschen durch das Praktikum die Arbeitsweise im Labor und erlangen Fertigkeiten im Umgang mit Laborgerätschaften und Chemikalien,</li> <li>• können Praktikumsversuche erfolgreich durchführen, und protokollieren,</li> <li>• können die Sicherheitsbestimmungen für die Experimente angemessen umsetzen,</li> <li>• können die Versuchsergebnisse fachgerecht auswerten, kritisch hinterfragen und chemische Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen ziehen,</li> <li>• erkennen Schwierigkeiten der Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung und sind in der Lage, mögliche Fehlerquellen zu diskutieren,</li> <li>• können geeignete Werkstoffe und deren Kombinationen für den Einsatz in der Prozesstechnik auswählen,</li> <li>• sind in der Lage, werkstoffkundliche Einzelinformationen zu Gruppenverhalten zu bündeln und so einfache Regeln für den Einsatz der Werkstoffe abzuleiten.</li> </ul>	

## **Soziale Kompetenzen**

### **Die Studierenden ...**

- entwickeln und verbessern die Fähigkeit und Bereitschaft, innerhalb ihres Teams gemeinsam und zielgerichtet, die Fachinhalte zu erarbeiten und die gestellten Aufgaben zu lösen.
- können selbständig mit chemischen Arbeitsmaterialien (Gerätschaften und Chemikalien) umgehen.
- sind in der Lage, selbständig Versuchsanleitungen zu bearbeiten und die Ergebnisse zu protokollieren.

## **Lerninhalte**

Das Modul befasst sich mit einführenden Themen der allgemeinen und anorganischen Chemie und behandelt folgendes Grundlagenwissen:

- Aufbau der Materie
- Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie
- Einführung in die Gasgesetze
- Radioaktivität
- Atombau (Bohrsches Atommodell, Orbitalmodell)
- Periodensystem der Elemente (Elektronenkonfiguration, periodische Eigenschaften)
- Konzepte chemischer Bindungen (Ionenbindung, kovalente Bindung, Metallbindung, Van der Waals- und - Wasserstoffbrückenbindung)
- Einführung in die Komplexchemie
- Nomenklatur einfacher chemischer Verbindungen
- Chemisches Gleichgewicht
- Donator-Akzeptor-Reaktionen (Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen)
- Einführung in die Elektrochemie

Begleitend zur Vorlesung wird im Praktikum Che 1 eine Auswahl qualitativer und quantitativer Analyseverfahren behandelt:

- Sicheres Arbeiten im Labor, Gefahrstoffverordnung
- Qualitative Analyse von Kationen und Anionen
- Titration (Säure-Base-Titration, Redox Titration, komplexometrische Titration, Fällungstitration)
- Photometrie (z. B. Metallkomplexe und Ammonium)
- Schnelltest-Analytik von wässrigen und gasförmigen Proben
- pH-Wert-Messungen und Bestimmung der Pufferkapazität

Werkstofftechnik:

Der molekulare Aufbau der Werkstoffe, Einordnung der Werkstoffe in Werkstoffhauptgruppen; Metallkunde: die metallische Bindung, Aufbau der Metalle, Gitterbaufehler, Gefüge; Verhalten der Metalle bei Beanspruchung; Maßnahmen zur Erzeugung gewünschter, an den Verfahrenszweck angepasster Eigenschaften; Auswirkungen von Legierungselementen auf die Metalleigenschaften; Lesen und interpretieren von binären Zustandsschaubildern; Prüfung der Metalle und deren Eigenschaften; der molekulare Aufbau polymerer Werkstoffe, Herstellung und Eigenschaften, Polymerhauptgruppen; Verhalten polymerer Werkstoffe bei Temperaturänderung, Gebrauchsbereiche, Verarbeitungsbereiche; Modifikation von Polymereigenschaften, Polymerlegierungen, Verstrecken, Weichmacher, Füllstoffe; Prüfung der Polymereigenschaften; Prozesse und Prozessgrößen; Zustandsänderung idealer Gase

## **Zugehörige Lehrveranstaltungen**

- Allgemeine und Anorganische Chemie
- Praktikum in Allgemeiner und Anorganischer Chemie
- Werkstofftechnik

<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Seminaristischer Unterricht Praktikum
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur oder Mündliche Prüfung: Werkstofftechnik Studienleistung, Allg. Anorg. Chemie Prüfungsleistung  Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.  Praktikum: Prüfungsanalyse; Teilnahmeschein (Studienleistung)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortimer C.E., Müller U.: Chemie- Das Basiswissen der Chemie, Stuttgart: Thieme-Verlag</li> <li>• Riedel, E.: Anorganische Chemie, Berlin: DeGruyter-Verlag</li> <li>• Zeeck, A.: Chemie für Mediziner, München: Urban &amp; Fischer Verlag</li> <li>• Jander, G., Blasius, E.: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, Stuttgart: Hirzel Verlag</li> <li>• Kremer, B.P., Bannwarth, H., Einführung in die Laborpraxis, Springer Verlag</li> <li>• Arbeitsblätter</li> <li>• Praktikumsskript</li>   <li>• Bargel, H.-J./Schulze, G, Werkstoffkunde, VDI-Verlag, Düsseldorf</li>   <li>• Bergmann, W., Werkstofftechnik, Teil 1: Grundlagen, Teil 2: Anwendung, Carl Hanser Verlag, München/Wien</li>   <li>• Biederbick, Kunststoffe, Vogel-Verlag</li>   <li>• Böhm, H., Einführung in die Metallkunde, Bibliographisches Institut, Mannheim u. a.</li>   <li>• Hornbogen, E., Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin u.a.</li>   <li>• Ignatowitz, E., Werkstofftechnik für Metallbauberufe, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten</li>   <li>• Laska, R. / Felsch, C., Werkstoffkunde für Ingenieure, Verlag Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden</li>   <li>• Seidel, W., Werkstofftechnik, Carl Hanser Verlag, München/Wien, Haan-Gruiten</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 7</b>	<b>Allgemeiner Wahlpflichtbereich A</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Birger Anspach
<b>Lehrende</b>	verschiedene Professorinnen und Professoren der Fakultät LS sowie Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	1. Semester / ein Semester / Englisch für Ingenieure im Sommersemester, Englisch 2 im Wintersemester
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenz 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Lernziele gemeinsam mit den Lehrenden zu identifizieren</li> <li>• sich in kleinem Rahmen einen eigenen Schwerpunkt im Studium zu bilden und die Zusammenstellung der Veranstaltungen so zu wählen, dass ein Schwerpunkt erkennbar wird und diesen mit dem Studienfachberater abzustimmen</li> <li>• selbständig einen Stundenplan in Absprache mit den Lehrenden zusammenzustellen</li> </ul> <p>Das inhaltliche Ziel des Schwerpunkts soll dem Thema der Bachelorarbeit angepasst sein.</p> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage ihr eigenes Verhalten zu reflektieren und eigene Verantwortung im künftigen Arbeitsleben wahrzunehmen. Sie erkennen die Grenzen ihrer diesbezüglichen Kompetenz und wissen betriebsinterne und externe Hilfen in Anspruch zu nehmen.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>siehe Semesterlehrplan</p>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Liste Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfächer</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Vortrag, seminaristischer Unterricht, Projektarbeit
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	AWPs unterschiedlich: Bearbeitung von Fallbeispielen, schriftliche Ausarbeitungen, Seminarvortrag (Studienleistung), Präsentationsleistung (Poster)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	siehe Veranstaltungen der Lehrenden

<b>Modulkennziffer 8</b>	<b>Chemie 2</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Susanne Töpfke
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Jörg Andrä, Prof. Dr. Birger Anspach, Dipl. Chem. Petra Jopke, Prof. Dr. Daniela Kieneke, Prof. Dr. Susanne Töpfke, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. Semester / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	8 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	240 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 144 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: ---</p> <p>Für das Praktikum: Modul Chemie 1</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: Modul Chemie 1</p> <p>Für das Praktikum: regelmäßiger Besuch der Vorlesung Organische Chemie und Biochemie 1</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben die Fähigkeit zentrale Fragestellungen der Organischen Chemie und Biochemie zu skizzieren sowie fachliche Fragen selbst zu entwickeln.</li> <li>• sind in der Lage Methoden der Chemie zu beschreiben und anzuwenden sowie sie hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen für die Erzeugung von Wissen einzuschätzen.</li> <li>• kennen die grundlegenden Eigenschaften wichtiger biochemischer Moleküle in Ansätzen und sind der Lage einfache biochemische Reaktionen zu beschreiben und deren Bedeutung in einem Organismus einzugrenzen.</li> <li>• sind in der Lage Praktikumsversuche erfolgreich durchzuführen, zu protokollieren sowie ein Laborjournal zu führen</li> <li>• können Ansätze berechnen und Ausbeuten bestimmen.</li> <li>• können sich selbständig über den Umgang mit Gefahrstoffen informieren und ihre Arbeitsweise darauf anpassen sowie die Sicherheitsbestimmungen für die Durchführung von Experimenten angemessen umsetzen.</li> <li>• erkennen Schwierigkeiten der Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung und können mögliche Fehlerquellen diskutieren.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden ...</p>	



<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage in Lerngruppen, aber auch selbständig, die Lernziele zu erreichen. Das neue Wissen erschließen sie sich anhand von Beispielen chemischer Reaktionen in Tafelübungen.</li> <li>• können selbständig mit organisch-chemischen Arbeitsmaterialien (Gerätschaften und Chemikalien) umgehen.</li> <li>• sind in der Lage im Team zusammenzuarbeiten, sich bei den experimentellen Arbeiten zu unterstützen und sich in der Gruppe fachlich über Probleme auszutauschen.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p><b>Organische Chemie und Biochemie 1:</b>  Kohlenstoff, funktionelle Gruppen, Kohlenwasserstoffe, Isomere, Thermodynamik und Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Resonanz, Lewis Säure/Basen, Radikale, Pyrolyse, Katalyse, Alkene, elektrophile und radikalische Addition, Alkine, aromatische Kohlenwasserstoffe, elektrophile und nucleophile Substitution, Stereochemie, Cycloalkane, absolute Konfiguration, Lipide, Aminosäure, Kohlenhydrate, Amine und Imine, Nucleinsäuren, Tautomere, Mesomere</p> <p>Im <b>Praktikum Organische Chemie</b> werden die wichtigsten Arbeitstechniken, die im organischen Labor anfallen, behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit Sicherheitsdatenblättern</li> <li>- Destillation, Kristallisation, Ausschütteln, Bestimmung von Schmelz- und Siedepunkten, Ermittlung von Dichten und Brechzahl, Durchführung von Dünnschicht-Chromatographien</li> <li>- Reagenzglasversuche zum Nachweis funktioneller Gruppen</li> <li>- Identifizierung einer unbekannt organischen Substanz mit Hilfe der erlernten Operationen</li> <li>- Infrarot-Spektrometrie</li> </ul>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische Chemie und Biochemie 1</li> <li>• Organische Chemie Praktikum</li> </ul>	
<p><b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b></p>	<p>Seminaristischer Unterricht Praktikum</p>
<p><b>Studien- und Prüfungsleistungen</b></p>	<p>Vorlesung: 1 Klausur oder Mündliche Prüfung (Prüfungsleistung) Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Praktikum: Laborjournal, schriftliche beantwortete Fragenzettel Prüfungsanalyse; Teilnahmeschein (Studienleistung)</p>
<p><b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruice, P.Y., Organische Chemie, Pearson Verlag</li> <li>• Beyer, H., Walter W., Lehrbuch der organischen Chemie</li> <li>• Hart, H., Organische Chemie, Wiley-VCH Verlag</li> <li>• Hellwinkel, D. Die systematische Nomenklatur der organischen Chemie, Springer Verlag</li> <li>• Karlson, P., Doenecke, D., Koolman, J., Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler, Thieme Verlag</li> <li>• Kremer, B.P., Bannwarth, H., Einführung in die Laborpraxis, Springer Verlag</li> <li>• Morrison, R.T., Boyd, R.N. Lehrbuch der organischen Chemie</li> <li>• Organikum, Organisch-Chemisches Grundpraktikum</li> <li>• Vollhardt, K. Organische Chemie, Wiley-VCH Verlag</li> <li>• Arbeitsblätter</li> <li>• Vorlesungs- und Praktikumsskripte</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 9</b>	<b>Grundlagen der Biotechnologie</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stephan Noll
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Stephan Noll
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. Semester / 1 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenzstudium 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über die morphologischen Unterschiede zwischen <i>Archaea</i>, <i>Bacteria</i> und <i>Eukarya</i> und über die physiologischen Folgen.</li> <li>• können die Funktionen von Zellbestandteilen aus deren Aufbau herleiten (z.B. Membran, Zytoskelett, Mitochondrien, ER etc.).</li> <li>• kennen die wesentlichen zellulären Prozesse (Mitose, Meiose, DNA-Replikation, Transkription u. Translation, Atmung und Photosynthese).</li> <li>• haben ein Verständnis für den Ablauf einfacher biochemischer Reaktionen und für die grundlegenden Stoffwechselwege sowie deren Regulation.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage in Lerngruppen aber auch selbständig die Lernziele zu erreichen.</p> <p><b>Lerninhalte</b></p> <p>seminaristischer Unterricht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution und Taxonomie</li> <li>• Membranen und Zellwände</li> <li>• Struktur von pro- und eukaryotischen Zellen</li> <li>• Zellzyklus und Mitose</li> <li>• Meiose und die Gesetze der Vererbung</li> <li>• molekulare Grundlagen der Vererbung</li> <li>• vom Gen zum Protein I: Transkription</li> <li>• vom Gen zum Protein II: Translation</li> <li>• Genregulation und Epigenetik</li> <li>• Viren</li> <li>• Zellatmung</li> <li>• Photosynthese</li> </ul>	

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> Zell- und Mikrobiologie	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	seminaristischer Unterricht: Folien und Tutorien (→EMIL)
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	1 Klausur (Prüfungsleistung)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien, Tutorien zur Vorlesung (→EMIL)</li> <li>• Literatur: Zell- und Mikrobiologie; Begleitbuch zur gleichnamigen Vorlesung an der HAW Hamburg (Pearson)</li> </ul>

<b>Modulkennziffer: 10</b>	<b>Elektrotechnik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Holger Mühlberger
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernd Flick, Prof. Dr. Carsten Frank, Prof. Dr. Veit Dominik Kunz, Prof. Dr.-Ing. Holger Mühlberger
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenz 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Modul Mathematik A und Physik A Teilnahme an den Modulen Mathematik B sowie Physik B
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• auf Grundlage der physikalischen Vorgänge das Verhalten der elektrischen Bauteile zu verstehen.</li> <li>• elektrotechnische Gesetze im Rahmen anderer Naturgesetze einzuordnen und Schaltungen zu berechnen.</li> <li>• komplexe Schaltungen durch Ersatzschaltungen zu vereinfachen.</li> <li>• grundlegende Techniken zur Generation und Nutzung elektrischer Energie zu verstehen.</li> <li>• die Wirkungsweise elektrischer Energie in elektrischen Geräten und Maschinen nachzuvollziehen.</li> <li>• ansatzweise selbständig einfache Anlagen unter Einsatz elektrischer Energie zu entwickeln.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig und teamorientiert Aufgaben zu lösen.</li> <li>• ihre Ergebnisse selbstkritisch zu hinterfragen.</li> <li>• interdisziplinäre Verflechtungen zu erkennen.</li> <li>• zum Erkennen der eigenen Fähigkeiten und Grenzen.</li> <li>• ihr Wissen in weiterführende Themengebiete zu transferieren und anzuwenden.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Grundlagen: Ladung, Strom Spannung, Ohmsches Gesetz, Widerstand und dessen Temperaturabhängigkeit</p> <p>Gleichstromtechnik: Kirchhoffsche Gesetze, Strom- und Spannungsquellen, Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen, Spannungsteiler, Stern-Dreieck-Umwandlung, Netzwerkberechnung</p>	

Elektrisches Feld:  
 Feldstärke, Potential, Feldlinien, Fluss, Influenz, Coulombsches Gesetz, Dielektrika, Kondensatoren, Energie des Feldes, Schaltvorgänge mit Kondensatoren, Kondensator als Bauelement

Magnetisches Feld:  
 Feldlinien, Feldstärke, Flussdichte, Permeabilität, Durchflutungsgesetz, Dia-, Para- und Ferromagnetismus, Lorentzkraft, Hall-Effekt, Induktion, Lenzsche Regel, Induktivität, Generatorprinzip, Spulen, Schaltvorgänge mit Spulen, Spule als Bauelement

Wechselstromtechnik:  
 Momentan-, Scheitel-, Effektivwert, Periodendauer, komplexe Darstellung, Wechselstromkreise, Wirk-, Blind- und Scheinleistung

**Zugehörige Lehrveranstaltungen**

- Elektrotechnik 1

<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Seminaristischer Unterricht
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	1 Klausur (Prüfungsleistung)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hagmann, Grundlagen der Elektrotechnik, Aula-Verlag</li> <li>• Zastrow: "Elektrotechnik", Vieweg-Verlag</li> <li>• Skripte</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 11</b>	<b>Verfahrenstechnische Grundlagen</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	2. und 3. Semester / 2 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	7 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	210 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 114 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Module Physik A und Mathematik A
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b>	
<b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b>	
Die Studierenden sind in der Lage, ....	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Erkenntnisse der Thermodynamik und Strömungslehre aufzugreifen und auf die praktische Arbeit zu übertragen.</li> <li>• bei einfachen konkreten Fragestellungen der Thermodynamik eigene Lösungsansätze zu entwickeln, sowie eigene und fremde Berechnungsergebnisse auf Plausibilität zu überprüfen.</li> <li>• Gesetzmäßigkeiten und Lösungsverfahren verwandter physikalischer Fachgebiete mit denen der Thermodynamik zu verknüpfen.</li> <li>• die in einfachen technischen Anwendungen auftretenden Strömungen berechnen.</li> <li>• die in der Mathematik erlernten Methoden auf strömungstechnische Problemstellungen anwenden.</li> <li>• technische Lösungsansätze in der Gruppe / im Tutorium zu erarbeiten und zu diskutieren.</li> <li>• Wärme- und Stoffübertragungsprobleme zu erfassen, Wärme- und Stoffbilanzen aufzustellen und zu lösen, sie verfügen über Grundwissen zu Wärmeübertragungsapparaten.</li> </ul>	
<b>Sozial- und Selbstkompetenz</b>	
Die Studierenden sind in der Lage, ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• auf der Grundlage des erworbenen Verständnisses als Mittler zwischen theorieorientierten Disziplinen und Praktikern zu fungieren.</li> <li>• Lösungen in der Gruppe zu erarbeiten, insbesondere dann, wenn die eigene Lösungskompetenz an ihre Grenzen gerät.</li> <li>• bei Problemen anderen Hilfestellung zu geben und selbst Hilfe anzunehmen.</li> <li>• Selbstdisziplin zu entwickeln und zu erkennen, dass diese nötig ist und man durch konsequente Anwendung einer Methodik erfolgreich Probleme bewältigen kann.</li> </ul>	
<b>Lerninhalte</b>	
Thermodynamik 1: Thermodynamische Systeme, Zustandsgrößen; Nullter Hauptsatz, Temperaturskalen; thermische Zustandsgleichung; thermodynamische Prozesse; Prinzip der Energieerhaltung (1. Hauptsatz); innere Energie, Arbeit, Wärme, Enthalpie; kalorische Zustandsgleichung; Prinzip der Irreversibilität (2. Hauptsatz);	

<p>Entropie, T,s-Diagramm; ideale Gase; Enthalpiebilanzen; Kreisprozesse (rechts- und linkslaufend) und Carnot-Prozess; weitere Anwendung des Grundlagenwissens auf technische Prozesse</p> <p>Strömungslehre:          Bilanzprinzipien der Strömungsmechanik: Massenerhaltung, Kräftegleichgewicht (Impulssatz), Energieerhaltung; Druckverteilung und Kräfte in stehenden Fluiden, Auftrieb; Eindimensionale Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen (Stromröhre) unter Berücksichtigung der Reibung und des Energieaustausches; Impuls- und Drallsatz zur Bestimmung vom Fluid übertragener Kräfte</p> <p>Wärme- und Stoffaustausch:          Elementare Aspekte der Fluidmechanik und dimensionsloser Kenngrößen          Wärme- und Stoffaustausch in für biotechnologische Anwendungen typischen Apparaten einschließlich der quantitativen Beschreibung</p>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik 1</li> <li>• Strömungslehre</li> <li>• Wärme- und Stoffaustausch</li> </ul>	
<p><b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b></p>	<p>Seminaristischer Unterricht, Tafelanschrieb unterstützt von Beamerpräsentation, Einsatz von weiteren audiovisuellen Materialien und mathematische Herleitungen, induktive Herleitungen an Hand von Beispielen, integrierte und von den Studierenden ausgeführte Übungen und Arbeitsblätter, Fallbeispiele im Tutorium und in Gruppenarbeit</p>
<p><b>Studien- und Prüfungsleistungen</b></p>	<p>Thermodynamik 1: Klausur (Studienleistung), Strömungslehre: Klausur (Studienleistung), Wärme- und Stoffaustausch wird mit einer kontrollierten Prüfungsleistung, in der Fallbeispiele zu lösen, zu bewerten oder darzustellen sind, abgeschlossen.</p>
<p><b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b></p>	<p><u>Thermodynamik 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baehr, H.D.; Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung, Springer</li> <li>• Bosnjakovic, F. und Knoche, K.F. Technische Thermodynamik, Teil 1, Steinkopff Verlag Darmstadt</li> <li>• Cerbe, G.; Wilhelms, G.: Einführung in die Thermodynamik, Hanser Verlag</li> <li>• Hahne, Erich: Technische Thermodynamik, Oldenbourg Verlag</li> <li>• Langeheinecke, Klaus; Jany, Peter; Sapper, Eugen: Thermodynamik für Ingenieure, Vieweg Verlag</li> <li>• Schlünder, E-U.; Martin, H.: Einführung in die Wärmeübertragung, Vieweg Verlag</li> <li>• Windisch, Herbert Thermodynamik, Oldenbourg Verlag</li> <li>• VDI-Wärmeatlas, VDI-Verlag</li> </ul> <p><u>Strömungslehre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gersten, Klaus: Einführung in die Strömungsmechanik, Vieweg Verlag</li> <li>• Gross, Dietmar; Hauger, Werner; Schnell, Walter; Wriggers, Peter: Technische Mechanik 4, Springer Verlag</li> <li>• Zierep, Jürgen: Grundzüge der Strömungslehre, Springer Verlag</li> </ul> <p><u>Wärme- und Stoffaustausch</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Böckh P. Wärmeübertragung: Grundlagen und Praxis, Springer Verlag</li> <li>• Sanders E. A. Skript Wärme- und Stoffaustausch</li> </ul>

<b>Modulkennziffer: 12</b>	<b>Elektronik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Holger Mühlberger
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernd Flick, Prof. Dr. Carsten Frank, Prof. Dr. Veit Dominik Kunz, Prof. Dr.-Ing. Holger Mühlberger, Dipl.-Ing. J-C. Böhmke, Dipl.-Ing. Nico Mock
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	3. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	7 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	210 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 114 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: ---</p> <p>Für das Praktikum: Modul Elektrotechnik</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Module Mathematik A, Physik A und Elektrotechnik</p> <p>Module Mathematik B und Physik B sollen parallel besucht werden.</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktion elektronischer Bauelemente in elektronischen Schaltungen zu verstehen.</li> <li>• speziell Operationsverstärker- für diverse Aufgaben einzusetzen.</li> <li>• ansatzweise selbst elektronische Schaltungen für Aufgaben in der Mess- und Regelungstechnik zu entwerfen und aufzubauen.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig und teamorientiert Aufgaben zu lösen.</li> <li>• ihre Ergebnisse selbstkritisch zu hinterfragen.</li> <li>• interdisziplinäre Verflechtungen zu erkennen.</li> <li>• die eigenen Fähigkeiten und Grenzen zu erkennen.</li> <li>• ihr Wissen in weiterführende Themengebiete zu transferieren und anzuwenden.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p><b>Elektronik</b></p> <p>RC - Netzwerke: Tiefpass, Hochpass, Anwendung von RC - Netzwerken: Hochpass als Differenzierer, Tiefpass als Integrierer, Tiefpass als Siebglied</p>	



Halbleiter:

Bändermodell, Elektronen- und Löcherleitung, Eigen- und Fremdleitung, Temperaturabhängigkeit, pn-Übergang

Dioden:

Funktionsweise, Kenndaten, Z-, Foto-, Kapazitäts-, Schottkydiode, LED, Solarzelle, Technische Anwendungen wie Einweg- und Vollweggleichrichter, Spannungsstabilisierung

Bipolare Transistoren:

Funktionsweise, Kenndaten, Grundsaltungen wie Emitterschaltung, Emitterschaltung mit Gegenkopplung, Kollektorschaltung, Kollektorschaltung als Impedanzwandler, Basisschaltung

Feldeffekttransistoren (FET)

Funktionsweise, Kenndaten, Grundsaltungen, Typen wie Sperrschicht-FET und selbstsperrender MOS-FET, CMOS-Technologie, Anwendungen

Verstärkerschaltungen

Differenzverstärker, Gegentaktverstärker, integrierte Operationsverstärker (OPV), Aufbau und Arbeitsweise von OPVs, Kennwerte, Anwendungen wie Nichtinvertierender Verstärker, Invertierender Verstärker, Summierer, Subtrahierer, Differenzierer, Integrator

Digitaltechnik

Einführung in die Digitaltechnik

#### **Praktikum Elektronik für BT**

- Widerstandsnetzwerke
- Oszilloskop – Einführung in die Messpraxis
- Hoch- und Tiefpass
- Halbleiterdiode und ihre Anwendung
- Transistor und seine Anwendung
- Differenzverstärker, Spannungsregler (alternativ Operationsverstärker, Digitaltechnik)

#### **Zugehörige Lehrveranstaltungen**

- Elektronik für BT
- Praktikum Elektronik für BT

#### **Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen**

Seminaristischer Unterricht, Praktikum

#### **Studien- und Prüfungsleistungen**

1 Klausur (Studiennachweis), Protokolle und Kolloquien für das Praktikum

#### **Literatur/ Arbeitsmaterialien**

- Tietze/Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer-Verlag
- Hering/Bressler/Gutkunst, Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer-Verlag
- Skripte
- Versuchsunterlagen für Praktika

<b>Modulkennziffer 13</b>	<b>Messtechnik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Holger Mühlberger
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr.-Ing Holger Mühlberger
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	4. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenz 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Module Mathematik A und B, Physik A</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Modul Elektrotechnik</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die gängige Prozessmesstechnik in der Bioverfahrenstechnik sowie deren grundsätzliche Funktionsweise und dynamisches Verhalten kennen.</li> <li>• sind mit physikalischen Grundlagen der Messaufnehmer und der Umwandlung der Messgröße in einen elektrischen Messwert vertraut.</li> <li>• sind in der Lage, dynamische Messverfahren zu beschreiben.</li> <li>• sind in der Lage, Grundlagen der statistischen Bewertung von Messverfahren zu benennen.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Funktion von Messeinrichtungen an technischen Prozessen zu durchschauen und zu überdenken. Sie beherrschen das Vokabular der MSR-Technik, um an komplexen Anlagen, die sie ggf. zu führen haben, mit entsprechenden Automatisierungsingenieuren zu kommunizieren. Ihre erlernten Kenntnisse befähigen sie entsprechende Geräte am Markt zu bewerten und im Betrieb sinnvoll einzusetzen sowie einfache Fehler zu beheben.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer Messkette</li> <li>• Funktion von klassischen Messaufnehmern für Temperatur, Drehzahl, Begasungsrate, Druck, Durchfluss gasförmig/flüssig</li> <li>• Spezielle Messaufnehmer in der Bioprozesstechnik für pH, pO<sub>2</sub>, Abgas O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>, Trübung, spektroskopische Verfahren wie NIR, Raman und 2D Fluoreszenz</li> <li>• Dynamisches Verhalten von Messaufnehmern: Statische Kennlinie, Verzögerungsverhalten, Frequenzgang, charakteristische dynamische Parameter</li> <li>• Datenerfassung: Stetige und zeitdiskrete Signale, A/D-Wandlung, technische Signalpegel</li> <li>• Ausgleichsrechnung, Varianzanalyse, Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	

<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnik</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Seminaristischer Unterricht mit Tafelarbeit und Powerpoint-Präsentationen
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	1 Klausur (Prüfungsleistung)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte über Mess- und Regelungstechnik, Arbeitsblätter Praktikumsunterlagen</li> <li>• DIN 19227: Bildzeichen und Kennbuchstaben für Messen, Steuern und Regeln in der Verfahrenstechnik</li> <li>• E. Schrüfer, L. Reindl, B. Zagar: Elektrische Messtechnik, Carl Hanser, München</li> <li>• J. Hoffmann: Taschenbuch der Messtechnik, Carl Hanser, München</li> <li>• P. Profos und T. Pfeifer: Handbuch der industriellen Messtechnik, Oldenbourg, München</li> <li>• H. Lutz und W. Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik, Verlag Harri Deutsch, F. a. M.</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 14</b>	<b>Regelungstechnik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Gerwald Lichtenberg
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr.-Ing. Gerwald Lichtenberg, Dipl.-Ing. Peter Krüß
<b>Zeitraum/ Semester/ Angebotsturnus</b>	5. Semester / ein Semester / jedes Semester (Wintersem. deutsch, Sommersem. englisch „Feedback Control Systems“)
<b>Credits</b>	8 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	240 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 144 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: Module Mathematik A und B, Physik A</p> <p>Für das Praktikum: Module Physik B und Messtechnik</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Modul Messtechnik</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Modelle zur Beschreibung linearen Systemverhaltens,</li> <li>• verstehen Methoden zum Entwurf einschleifiger linearer Regler,</li> <li>• können Eingrößensysteme physikalisch modellieren,</li> <li>• analysieren lineare Systeme und geschlossene Regelkreise,</li> <li>• entwerfen einfache Regler heuristisch oder modellbasiert,</li> <li>• entwickeln komplexe Systeme und Regelungen aus einfachen.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden reflektieren Ihre Kenntnisse in komplexen Anwendungsfeldern mit Bezug zu Regelungsaufgaben und diskutieren Regelungskonzepte und –strukturen sowie Werkzeuge zum Entwurf und zur Implementierung in interdisziplinären Teams.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blockschaltbilder: lineare und nichtlineare Systeme, Eingangs-/Ausgangsverhalten, Zustände</li> <li>• Verschaltungsarten: Parallel, Reihe, Rückführung</li> <li>• Zustandsraummodelle: linear, nichtlinear, Anfangszustand, kanonische und Regelungs-Normalform</li> <li>• Bewegungsgleichung: Faltungsintegral, stationäre und transiente Bewegung</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitbereich: Impulsantwort, Sprungantwort, freie Bewegung, statische Verstärkung, Sprungfähigkeit</li> <li>• Laplace-Transformation: Tabelle, Integrale, Rücktransformation über Partialbruchzerlegung</li> <li>• Übertragungsfunktionen: Pole, Nullstellen, Zeitkonstantenform</li> <li>• Totzeitsysteme: Zeit und Frequenzbereich</li> <li>• Stabilität: Eigenwerte Systemmatrix, Pole Übertragungsfunktion</li> <li>• Darstellungen: Pol-/Nullstellenbild, Bode-Diagramm, Nyquist-Diagramm (optional)</li> <li>• Modellierungs- und Analyse-Werkzeuge: Scilab, Xcos</li> <li>• Standardregelkreis: (komplementäre) Sensitivitätsfunktion, Gang of 4 (6)</li> <li>• Bleibende Regelabweichung: Systemtyp, Inneres-Modell-Prinzip</li> <li>• Gütekriterien: Anstiegszeit, Beruhigungszeit, Überschwingweite</li> <li>• Robustheit: Amplitudenreserve, Phasenreserve</li> <li>• Reglertypen: P, I, PD, PI, PID, Korrekturglieder, Smith-Prädiktor</li> <li>• Grenzen der Regelung: Bodeintegral, instabile Systeme, Steuerung vs. Regelung</li> <li>• Entwurfmethoden: Bodediagramm, Wurzelortskurven, Faustformeln, Optimierung (optional)</li> <li>• Stellgrößenbeschränkung: Integrator-Windup, Anti-Windup</li> </ul>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik</li> <li>• Mess- und Regelungstechnik Praktikum</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Seminaristischer Unterricht, Tafel, Präsentation, Demonstration, Gruppenübungen, Rechnerübungen, Aufgaben, Laborpraktikum
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Mündliche Prüfung / Klausur / Midterm (Optionen zur Prüfungsleistung)  Praktikumsausarbeitungen und Kolloquium (Studiennachweis)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript Regelungstechnik</li> <li>• Praktikumsunterlagen</li> <li>• J Lunze: Regelungstechnik 1, Springer-Vieweg, Berlin</li> <li>• F. Thuselt und F. Gennrich: Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave, Springer</li> <li>• O. Föllinger: Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, Hüthig Verlag, Heidelberg,</li> <li>• R. Dorf und R. Bishop: Moderne Regelungssysteme, Pearson Studium, München</li> <li>• E. Samal: Grundriss der praktischen Regelungstechnik, Oldenbourg, München</li> <li>• H. Lutz und W. Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik, Verlag Harri Deutsch, F. a. M.</li> <li>• DIN 19227: Bildzeichen und Kennbuchstaben für Messen, Steuern und Regeln in der Verfahrenstechnik</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 15</b>	<b>Biochemie</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Jörg Andrä
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Jörg Andrä, Prof. Dr. Birger Anspach, Dipl. Chem. Petra Jopke, Prof. Dr. Kieneke, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	3. Semester / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	8 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	240 h, davon Präsenz 96 h (6 SWS), Selbststudium 144 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: ---</p> <p>Für das Praktikum: Module Chemie 1 und Chemie 2</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: Module Chemie 1 und Chemie 2</p> <p>Für das Praktikum: regelmäßiger Besuch der Vorlesung Biochemie 2</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vermitteltes Wissen wiederzuerkennen und es zu ordnen (Aminosäuren, Lipide, ...)</li> <li>• die Funktion von Biomolekülen und größeren biologischen Strukturen zu beschreiben und Zusammenhänge aufzuzeigen (Enzyme, Regulation, Stoffwechsel)</li> <li>• selbständig zusätzliche Informationsquellen zur Lösung von Aufgaben aufzugreifen und auszuwerten</li> <li>• grundlegende Verfahren zur Trennung von Biomolekülen zielgerichtet auszuwählen</li> <li>• Methoden zur Analyse von Biomolekülen und deren Aktivität anzuwenden</li> <li>• Ergebnisse von Analysen kritisch zu diskutieren und sie im Gespräch sowie in Schriftform anderen gegenüber zu erklären beziehungsweise sachgerecht zu beschreiben</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspekte biochemischer Prozesse in der Gruppe zu diskutieren</li> <li>• selbständig Versuchsvorbereitungen zu organisieren, Ansätze zu berechnen und innerhalb einer Zweiergruppe arbeitsteilig durchzuführen</li> <li>• in einem chemischen Labor verantwortungsbewusst, sauber und unter Wahrung der grundlegenden Hygiene- und Sicherheitsregeln zu arbeiten</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit dem Original der Beschreibung eines kommerziellen Testsystems zu arbeiten und die Analyse an einem bis dahin unbekanntem Gerät durchzuführen</li> <li>• das in Veranstaltungen vermittelte Wissen auf Probleme und Aufgaben anzuwenden, die über den Inhalt der Veranstaltung hinausgehen</li> </ul>	
<b>Lerninhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Kohlenhydraten, Aminosäuren und Lipiden</li> <li>• Nucleinsäuren: Struktur und Funktion; Präparation von DNA und Überprüfung der Reinheit</li> <li>• Biomembranen: Aufbau, Flüssig-Mosaik-Modell, Funktionen</li> <li>• Peptide und Proteine: Aufbau, Struktur, Funktion</li> <li>• Grundlagen der Proteinreinigung und Analytik</li> <li>• Funktionen der Proteine: Sauerstofftransport, Enzyme, Enzymkinetik, Transporter und Kanäle</li> <li>• Signaltransduktion</li> <li>• Kohlenhydratstoffwechsel: Glykolyse, Citratzyklus, Gluconeogenese</li> <li>• Lipidstoffwechsel: <math>\beta</math>-Oxidation:</li> <li>• Atmungskette: Energiekonservierung, Elektronentransportkette, Protonenfluss</li> <li>• Nucleinsäuren: Replikation, Transkription, Translation</li> </ul>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemie 2</li> <li>• Biochemie Praktikum</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Seminaristische Vorlesung, Übungen, selbständige Durchführung von Experimenten im Praktikum nach vorgegebenen Versuchsvorschriften in Zweiergruppen
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Klausur (Prüfungsleistung)</li> <li>• Protokolle und Kolloquien für das Praktikum (Studienleistung)</li> </ul>
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karlsons Biochemie und Pathobiochemie, Thieme, Stuttgart</li> <li>• Follmann: Biochemie. Grundlagen und Experimente, Teubner Verlag</li> <li>• Müller-Esterl: Biochemie, Spektrum Verlag</li> <li>• Stryer: Biochemie, Springer Verlag</li> <li>• Folien der Vorlesung sind als PDF auf Emil verfügbar</li> <li>• Skript mit Versuchsanleitungen zum Praktikum</li> <li>• Originalanleitungen zu einzelnen Versuchen des Praktikums sind als PDF auf Emil verfügbar</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 16</b>	<b>Instrumentelle Analytik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Susanne Töpfke
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Susanne Töpfke, Prof. Dr. Olaf Elsholz, Prof. Dr. Gesine Witt, Dipl.-Ing. Nadja Schnell
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	4. Sem. / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	8 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	240 h, davon Präsenzstudium 96 h (6 SWS), Selbststudium 144 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: ---</p> <p>Für das Praktikum: Module Chemie 1, Chemie 2, Biochemie</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: Module Chemie 1, Chemie 2, Biochemie, Grundlagen der Biotechnologie</p> <p>Für das Praktikum: Modul Grundlagen der Biotechnologie und regelmäßiger Besuch der Vorlesung Instrumentelle Analytik</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch / Englisch

### **Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele**

#### **Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen**

Im seminaristischen Unterricht steht die Vermittlung eines Überblicks über die instrumentellen Methoden der analytischen Chemie und der Prinzipien des Analysengangs im Vordergrund. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, analytische Probleme einzuordnen, zu beurteilen und Lösungswege aus der Literatur zu übernehmen. Im Praktikum sind die Studierenden in der Lage analytische Messmethoden und die dazu erforderlichen Probenvorbereitungen umzusetzen. Sie erwerben experimentelle Fertigkeiten auf dem Gebiet der instrumentellen Analytik unter besonderer Berücksichtigung der Spurenanalyse. Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse auszuwerten und zu bewerten.

Die Laborveranstaltung wird geblockt als ganztägige Veranstaltung (7 Termine im Semester) angeboten, um das Zeitmanagement der Studierenden zu schulen.

#### **Sozial- und Selbstkompetenz**

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Praktikums in der Lage im Zweierteam in Rücksprache mit den Lehrenden ihre konkreten Fragestellungen zu erarbeiten und dann selbstständig in ihrem Team Aufgaben zu verteilen und zusammenzuführen. Sie lernen ihre Ergebnisse kritisch zu reflektieren und gemeinsam vor der gesamten Praktikumsgruppe zu vertreten.

Sie sind in der Lage ihre Arbeit effektiv zu organisieren und kommunizieren mit anderen Teams der Praktikumsgruppe um ihre Arbeit bestmöglich untereinander abzustimmen.



## Lerninhalte

Inhalte des seminaristischen Unterrichts sind:

Grundbegriffe der quantitativen chemischen Analyse:

Gang einer Analyse, Probenahme und Probenaufbereitung, Kalibrierung, Fehleranalyse (Fehlerstatistik, Vertrauensintervall, Wiederfindung).

Instrumentelle Methoden (jeweils theoretische Grundlagen, Apparatives, Anwendungen); eine Auswahl aus: Chromatographie (HPLC, IC, DC, GC); Elektrochemische Analysemethoden (ISE, Amperometrie, Polarographie/Voltammetrie, Coulometrie); Atomabsorptions- und Atomemissionsspektroskopie (FAAS, GFAAS, Hydrid- und Kaltdampfverfahren, ICP-AES); Massenspektrometrie; Elektrophorese

Inhalte des Praktikums sind:

1. Probenaufbereitung (Auswahl nach Bedarf):

Festphasenextraktion, Soxhlet-Extraktion, Druckaufschlüsse, drucklose Säureaufschlüsse.

2. Instrumentelle Methoden (Auswahl nach Fragestellung):

Hochleistungsflüssigkeitschromatographie, Gaschromatographie, Atomabsorptionsspektroskopie (Flammen-, Graphitrohr- und Kaltdampf-AAS), Polarographie (Differenzpuls- und Inversvoltammetrie), Ionensensitive Elektroden, Fließinjektionsanalyse, Elektrophorese.

3. Analytische Probleme (Auswahl aus den folgenden Angeboten):

Bestimmung von Konservierungsstoffen, wasser- und fettlöslichen Vitaminen, Süßstoffen, Coffein, Theobromin, anorganischen Ionen (Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Sulfat, Phosphat), organischen Säuren, Glucose, Fructose, Saccharose, Cholesterin, Fungiziden in Nahrungsmitteln, Getränken oder Zahnpasta (Fluorid); Bestimmung von Schwermetallen (z.B. Cd, Co, Cu, Hg, Mn, Pb, Sn) in Lebensmittel-, Boden- oder Wasserproben; Analyse von Flüssiggemischen und Kulturbrühen; Trennung von Proteinen und Bestimmung ihrer molaren Massen.

## Zugehörige Lehrveranstaltungen

- Instrumentelle Analytik (Instrumental Analysis)
- Instrumentelle Analytik Praktikum

### Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen

Seminaristischer Unterricht,  
Vortrag, Zweiergruppenarbeit, experimentelle Arbeiten

### Studien- und Prüfungsleistungen

Klausur oder mündliche Prüfung (Prüfungsleistung)  
Die Prüfungsform wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben  
Studienbegleitend Führen eines Laborjournals, Protokollierung der  
Analyseergebnisse und -bewertung, Präsentation der Ergebnisse

### Literatur/ Arbeitsmaterialien

- Cammann, K., Instrumentelle Analytik, Spektrum Akademischer Verlag
- Gey, M. H., Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer Verlag
- Harris, D., Lehrbuch der quantitativen Analyse, Vieweg & Teubner
- Harris, D., Quantitative Chemical Analysis, Freeman
- Meyer, V.R., Praxis der Hochleistungsflüssigchromatographie, Wiley-VCH
- Naumer, H., Heller, W., Untersuchungsmethoden in der Chemie, Thieme Verlag
- Schwedt, G., Analytische Chemie, Wiley-VCH
- Thomas, F., Henze, G., Introduction to Voltammetric Analysis
- Kurzschrift und Arbeitsblätter (IA1)
- zahlreiche methodenspezifische Handbücher und Fachartikel (überwiegend in Englisch)
- Arbeitsvorschriften (IA1 P)

<b>Modulkennziffer 17</b>	<b>Mikrobiologie</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stephan Noll
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Stephan Noll
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	3. und 4. Semester / 2 Semester, jedes Semester
<b>Credits</b>	9 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	270 h, davon Präsenz 112 h (7 SWS), Selbststudium 158 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: --- Für das Praktikum: Modul Biochemie</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesung: Module Grundlagen der Biotechnologie, Chemie 1 und Chemie 2</p> <p>Für das Praktikum: regelmäßiger Besuch der Lehrveranstaltung Angewandte Mikrobiologie und erfolgreiche Teilnahme an der Klausur</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über Aufbau, Taxonomie, Wachstum, Genetik und Stoffwechsel von Mikroorganismen. Sie kennen biotechnologisch relevante Mikroorganismen und können deren grundlegende Stoffwechselwege beschreiben.</p> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig durchgeführte mikrobiologische Versuche wissenschaftlich zu protokollieren und zu präsentieren.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Seminaristischer Unterricht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mikrobielle Evolution und Systematik</li> <li>• Zellstruktur von Prokaryoten</li> <li>• mikrobielles Wachstum</li> <li>• Bioenergetik</li> <li>• Fermentation</li> <li>• Atmung</li> <li>• Phototrophie</li> </ul>	

- wichtigste Biosynthesen: C- und N-Fixierung
- Prinzipien der Genetik
- Regulation der bakteriellen Genexpression
- mikrobielle Produkte, Biokraftstoffe
- Wechselwirkungen zwischen Mensch und Mikroorganismen

Praktikum:

An sechs Versuchstagen erlernen die Studierenden grundlegende mikrobielle Arbeitstechniken. Dabei beschäftigen sie sich u.a. mit folgenden Aspekten u. Versuchen:

- Steriles Arbeiten; Herstellung von sterilen Medien und Lösungen
- Keimzahlbestimmung
- Bakterielle Taxonomie
- Milchsäurebakterien und Milchsäuregärung
- Isolierung und Charakterisierung auxotropher Mutanten
- Antibiotika und Lysozym
- *E. coli* Batchkultur: Bestimmung von Verdopplungszeit; Wachstumsrate und Ertrag
- Paarung (*mating*) von *Saccharomyces cerevisiae*

#### Zugehörige Lehrveranstaltungen

- Angewandte Mikrobiologie
- Praktikum Angewandte Mikrobiologie

<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	<b>Seminaristischer Unterricht:</b> Folien und Tutorien (→EMIL) <b>Praktikum:</b> Skript; selbstständige Experimente in 2er Gruppen
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<b>Seminaristischer Unterricht:</b> 1 Klausur (Prüfungsleistung) <b>Praktikum:</b> Antestat, 6 Labortage, Protokollierung und Präsentation der Gruppenergebnisse
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien, Tutorien zur Vorlesung (→EMIL), Praktikumsskript</li> <li>• Literatur: Brock Mikrobiologie kompakt (Pearson)</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 18</b>	<b>Fermentationstechnik</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders, Dipl.-Ing. Petra Derr
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	4. Semester / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	12 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	360 h, Präsenz 144 h (9 SWS), Selbststudium 216 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Für die Vorlesungen: ---</p> <p>Für das Praktikum: Modul Biochemie</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Inhalte der Lehrveranstaltungen des ersten Studienjahres sowie Mathematik 3, Biochemie, Angewandte Mikrobiologie sowie Wärme- und Stoffaustausch</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch mit englischen Literaturzitatzen
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentationsprozesse zu verstehen und in Form von verfahrenstechnischen Fließbildern darzustellen</li> <li>• den Sauerstoffeintrag und Kohlendioxidaustrag in/aus Biosuspensionen zu berechnen und über geeignete Parameter zu beeinflussen</li> <li>• das Wachstum von mikrobiellen Kulturen mathematisch zu beschreiben und die Bilanzgleichungen unter Vereinfachungen für batch, fed-batch und kontinuierliche Kulturführung zu lösen</li> <li>• die Produktbildung auf der Basis einfacher Modelle zu quantifizieren</li> <li>• Scale-up-Probleme zu erkennen und hinsichtlich des Leistungseintrags zu rechnen</li> <li>• Fermentationsprozesse in autoklavierbaren Bioreaktoren durchzuführen und in-situ-sterilisierbare Bioreaktoren zu sterilisieren, wobei die Komponenten dieser Geräte im Ansatz bekannt sind</li> <li>• Analysenverfahren, wie OD-Messung, Biotrockenmassebestimmung, enzymatische Substrat- und Produktanalysen anzuwenden</li> <li>• Anlagen für die Sterilisation von Medien aber auch Abwasser zu verstehen und ansatzweise auch auszulegen</li> <li>• steriltechnische Fragestellungen rund um Bioreaktoren und weitere Einschließungsmaßnahmen (Sicherheitswerkbank, Containmentprobenahme, steriler/monoseptischer Transfer) zu beantworten</li> </ul>	

## **Sozial- und Selbstkompetenz**

Die Studierenden sind in der Lage, ...

- Aspekte von Fermentationsprozessen in der Gruppe zu diskutieren
- Kollegen und Mitarbeiter bei steriltechnischen Arbeiten zu unterstützen und anzuleiten
- selbständig Kultivierungsprozesse vorzubereiten und innerhalb einer Kleingruppe arbeitsteilig durchzuführen, die Ergebnisse zu dokumentieren und auszuwerten
- in einem bioverfahrenstechnischen Labor verantwortungsbewusst, sauber und unter Wahrung der grundlegenden Hygiene- und Sicherheitsregeln zu arbeiten
- mit den Originalunterlagen zu Geräten diese in Betrieb zu nehmen und einzusetzen

## **Lerninhalte**

- Einführung in biotechnologische Prozesse einschließlich wirtschaftlicher Gesichtspunkte
- Vertiefung der bekannten Enzymkinetiken, Aspekte der Anwendung enzymatischer Prozesse
- Quantitative Beschreibung von batch, fed-batch und kontinuierlichen Kultivierungsprozessen
- Produktbildungsmodelle und deren Anwendung auf satzweise und kontinuierliche Prozesse
- Rührleistung bei Fermentationsprozessen und Scale-Up
- Experimentelle Arbeiten in Zweiergruppen zur Immobilisierung eines Biokatalysators, Kultivierung eines Mikroorganismus in einem Laborbioreaktor, Sterilisation eines in-situ-sterilisierbaren Bioreaktors unter Anwendung der Kenntnisse aus vorhergehenden und parallelen Lehrveranstaltungen und Erstellung von Versuchprotokollen (Versuche unterliegen der Weiterentwicklung)
- Grundlagen der Sterilisation, Desinfektion, Inaktivierung. Satzweise Sterilisation, Autoklavieren und Kontrolle des Sterilisationserfolgs, Entkeimungsfiltration, Prüfung von Filtern
- Kontinuierliche Sterilisatoren, Verweilzeitverhalten, Bestimmung des Verweilzeitverhaltens von Reaktoren, Axiales Dispersionsmodell
- Werkstoffe und Komponenten biotechnologischer Anlagen im Hinblick auf steriltechnische Anforderungen
- Spezielle Apparate: Probenahmeeinrichtungen, Transferstrecken, Sicherheitswerkbänke

## **Zugehörige Lehrveranstaltungen**

- Fermentations- und Bioreaktortechnik
- Fermentations- und Bioreaktortechnik Praktikum
- Steril- und Sicherheitstechnik

## **Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen**

Powerpoint-Präsentation, Einsatz von weiteren audiovisuellen Materialien und mathematische Herleitungen sowie Darstellung gemeinsam erarbeiteter Aspekte an der Tafel.

Vertiefung und Übungen durch begleitende Aufgaben und Rechenübungen.

Experimente zur Kultivierung in Schüttelkolben und Bioreaktoren, Sterilisation von Materialien im Autoklaven, Sterilisation von Bioreaktoren, Immobilisierung von Zellen und Messung der metabolischen Aktivität im Labor für Bioverfahrenstechnik.

Eigenständige Anfertigung von Versuchsprotokollen unter Nutzung üblicher Office-Komponenten

## **Studien- und Prüfungsleistungen**

Die einzelnen Lehrveranstaltungen werden mit je einer kontrollierten Prüfungsleistung, in der Fallbeispiele zu lösen, bewerten oder darzustellen sind, abgeschlossen.

	<p>Das Praktikum (Studienleistung Laborabschluss) ist nach erfolgreichem Abschluss der experimentellen Arbeiten und zeitnaher Anfertigung der Protokolle einschließlich der geforderten Berechnungen absolviert.</p>
<p><b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chmiel H.: Bioprozesstechnik. Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Sanders E. A.: Skript: Fermentations- und Bioreaktortechnik</li> <li>• Sanders E. A. und Derr P.: Versuchsanleitungen zum Praktikum Fermentations- und Bioreaktortechnik</li> <li>• Handbücher, Anleitungen und Beschreibungen der Hersteller eingesetzter Geräte und Materialien in den Originalfassungen</li> <li>• Sanders E. A.: Skript Steril- und Sicherheitstechnik</li> <li>• Fogler H. S.: Elements of Chemical Reaction Engineering., Pearson Education International</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 19</b>	<b>Molekularbiologie</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Oliver Ullrich
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Jörg Andrä, Prof. Dr. Oliver Ullrich, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	5. Semester / 1 Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	10
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	300 h, davon Präsenzstudium 112 h (7 SWS), Selbststudium 188 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Module Grundlagen der Biotechnologie, Biochemie und Mikrobiologie</p> <p><b>Voraussetzung</b> für die Teilnahme am Molekularbiologie-Praktikum sind Kenntnisse der Lehrveranstaltung Molekularbiologie</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, molekularbiologische Grundprinzipien zu verstehen und diese zur Lösung von Aufgaben und Problemstellungen des molekularbiologischen Laboralltages praktisch anzuwenden.</li> <li>• können ein Vortragsthema in fachlich angemessener Form einem Publikum verständlich vermitteln und diskutieren.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, sich selbständig oder in Lerngruppen neues Wissen und Können anzueignen.</li> <li>• können das Wissen auf ihre Tätigkeit oder ihren Beruf anwenden und Problemlösungen in dem Fachgebiet erarbeiten und weiterentwickeln.</li> <li>• können im Praktikum die Aufgaben teamorientiert und arbeitsteilig durchführen, sowie die Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren und auswerten.</li> <li>• sind in der Lage, im Seminar komplexe Themen verständlich zu vermitteln und die eigenen Beiträge sowie die der anderen Studierenden kritisch zu diskutieren.</li> </ul> <p><b>Lerninhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– molekularbiologische Grundlagen sowie gentechnische Methoden und Anwendungen</li> <li>– Aufbau der DNA, Transkription, Translation, Orte der Proteinbiosynthese, Proteintransport, Replikation, Genregulation, Epigenetik, Rekombination, molekulare Grundlagen/Belege der Evolution, Genetik des Alterns</li> <li>– Verfahren wie Isolierung und Manipulation von Nucleinsäuren, Klonierung von DNA-Fragmenten, 1-D- und 2-D-Gelelektrophorese, Blottingverfahren, Polymerasekettenreaktion (PCR), Real-time PCR, Gentransfer, DNA-Sequenzierung, Einsatz von Vektoren, DNA-Bibliotheken, Hybridisierungen,</li> </ul>	

<p>Screening-Verfahren, Expressionssystemen, Analyse von Mutationen und Funktionsanalyse von DNA-Sequenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchführung grundlegender molekularbiologischer Techniken wie PCR-Analysen, genetischer Fingerabdruck aus Zellen der Mundschleimhaut, Plasmidreinigung, Restriktionsanalyse, Agarose-Gelelektrophorese, Genklonierung in einen Vektor, bakterielle Expression, affinitätschromatografische Proteinaufreinigung, SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese (SDS-PAGE), Southern Blot</li> <li>– Vortragspräsentationen zu aktuellen Themen aus Mikrobiologie, Molekularbiologie, Zellkulturtechnik, Genanalytik, Medizin, Pharma-/ Biotechnologie, Bioverfahrenstechnik</li> <li>– Erarbeitung neuer Themen, deren publikumsbezogene Vermittlung in einem 30minütigen Referat und die schriftliche Ausarbeitung der Inhalte, wie sie im späteren Berufsleben ständig gefordert werden (Vorstellungsgespräche, Arbeitsberichte, etc.)</li> </ul>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekularbiologie</li> <li>• Praktikum Molekularbiologie</li> <li>• Seminar Mikrobiologie und Molekularbiologie</li> </ul>	
<p><b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b></p>	<p>Seminaristischer Unterricht mit Beamer, Overhead-Projektor und Skript; Praktikum mit Experimenten in 2er Gruppen; Präsentationen im Seminar mit Beamer</p>
<p><b>Studien- und Prüfungsleistungen</b></p>	<p>1 Klausur (Prüfungsleistung) für Vorlesung Molekularbiologie; Praktikumsprotokoll für das Praktikum; Referat (Vortrag und schriftliche Ausarbeitung für das Seminar)</p>
<p><b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nordheim u. Knippers, R. Molekulare Genetik. Stuttgart: Thieme Verlag</li> <li>• D. Nelson u. Cox, M. Lehninger Biochemie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg</li> <li>• Lottspeich, F. Bioanalytik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Ullrich, O.; Vorlesungsskript Molekularbiologie</li> <li>• Ullrich, O.; Versuchsanleitung Praktikum Molekularbiologie</li> </ul>



<b>Modulkennziffer 20</b>	<b>Aufarbeitung von Bioprodukten</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Birger Anspach
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Birger Anspach, Prof. Dr. Gesine Cornelissen, Prof. Dr. Daniela Kieneke
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	5. Semester / ein Semester, Praktikum geblockt / jedes Semester
<b>Credits</b>	9 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	270 h, davon Präsenz 112 h (7 SWS), Selbststudium 158 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b></p> <p>Das Biochemie Praktikum muss vor dem Praktikum in Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren absolviert worden sein.</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Module Biochemie, Instrumentelle Analytik und Fermentationstechnik, insbesondere das Praktikum in Fermentations- und Bioreaktortechnik.</p>
<b>Lehrsprache</b>	Semesterwechselweise Deutsch und Englisch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Separations- und Trennungsmethoden zu bestimmen, mit denen biologisch aktive Moleküle aus unterschiedlichen Ausgangsgemischen effektiv und zerstörungsfrei isoliert werden können</li> <li>• diese Methoden in Bezug auf das Produkt optimal aufeinander abzustimmen, so dass ein Minimum an Methoden notwendig ist und eine hohe Ausbeute möglich wird</li> <li>• theoretische Ansätze zur quantitativen Beschreibung von Trennungsvorgängen auszuwählen und evtl. anzupassen sowie experimentelle Daten dahingehend auszuwerten</li> <li>• Grundkenntnisse einer maßstabsgerechten Auslegung anzuwenden sowie Maßstabsübertragungen im Ansatz durchzuführen.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategien bei der Trennung von Biomolekülen zu hinterfragen und Alternativen aufzuzeigen</li> <li>• Übungen selbständig zu lösen, in einer Zweiergruppe vorzutragen und in einer größeren Gruppe zu diskutieren</li> <li>• Versuchsergebnisse übersichtlich zusammenzufassen, vor einer Gruppe zu präsentieren und selbstkritisch zu diskutieren</li> <li>• selbständig Versuchsvorbereitungen auf der Basis einer groben Zielvorgabe zu organisieren</li> <li>• die englische Sprache als Kommunikationsform einzusetzen, im Unterricht und bei der Auswertung von Literatur (im Praktikum), und dabei die eigenen Stärken und Schwächen zu erkennen</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsplanungen in einem Kurzprojekt (3 Tageterminen) unter Berücksichtigung der Mehrfachnutzung von Geräten zu organisieren.</li> </ul>	
<b>Lerninhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentation und Zentrifugation</li> <li>• Flockung von Mikroorganismen</li> <li>• Fällung gelöster Bioprodukte</li> <li>• Aufschluss von Mikroorganismen</li> <li>• Filtration und Membranverfahren</li> <li>• Extraktionsverfahren</li> <li>• Chromatographische Verfahren zur Produkttrennung</li> <li>• Denaturierung und Renaturierung von Proteinen</li> <li>• Trennungswege in der Aufarbeitung von Bioprodukten</li> <li>• Anwendung analytischer Verfahren zur Produktverfolgung</li> </ul>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren</li> <li>• Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren Praktikum</li> <li>• Protein Purification / Preparative Chromatography</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	<p>Seminaristischer Unterricht mit Präsentation am Beamer, vereinzelt unterstützt durch Videos.</p> <p>Mathematische Herleitungen sowie Darstellung gemeinsam erarbeiteter Aspekte an der Tafel.</p> <p>Vertiefung und Übungen durch begleitende Aufgaben und Rechenübungen.</p> <p>Selbständige Durchführung von Experimenten nach Versuchsvorschriften mit grober Zielvorgabe sowie eines Kurzprojekts im Praktikum gemäß Literaturvorschriften. Anfertigung eines Ergebnisprotokolls sowie eines kurzen Projektberichts mit kurzer Präsentation (10-15 min).</p>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Das Modul wird mit einer mündlichen Modulprüfung abgeschlossen.</p> <p>Praktikum: Laborabschluss über Protokolle, Bericht und Vortrag (Studienleistung)</p>
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript der Lehrveranstaltung Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren sowie Protein Purification / Preparative Chromatography, PDF auf dem Server und der E-Learning Plattform email.</li> <li>• Skript mit Versuchsanleitungen zum Praktikum Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren sowie zusätzliche Unterlagen (Publikationen etc.) zu Kurzprojekten.</li> </ul>

<b>Modulkennziffer: 21</b>	<b>Rechnergestützte Datenverarbeitung</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Boris Tolg
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Rainer Sawatzki, Prof. Dr. Thomas Schiemann, Prof. Dr. Marion Siegers, Prof. Dr. Kay Förger, Prof. Dr. Petra Margaritoff, Prof. Dr. Holger Kohlhoff, Prof. Dr. Boris Tolg
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	5. Semester / gesamtes Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenzstudium 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<p><b>Erforderliche Vorkenntnisse</b> Module Physik A und B, Mathematik A sowie Informatik</p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Modul Mathematik B</p>
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Programme mit grafischen Oberflächen entwickeln und kennen die Grundlagen der digitalen Datenverarbeitung. Sie sind in der Lage, eigene einfache Algorithmen zu implementieren um Informationen aus vorgegebenen Daten zu extrahieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Datenbankmodelle für eine vorgegebene Fallbeschreibung zu entwickeln und mit Hilfe von Entity-Relationship-Modellen (ERM) zu beschreiben. Sie beherrschen die Grundlagen der Sprache SQL und können ein vorgegebenes ERM in einer relationalen Datenbank umsetzen.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p><b>Die Studierenden sind in der Lage, ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Peergroup über Aufgabenstellungen zu sprechen und sie zu lösen.</li> <li>• mit Arbeitsmaterialien und Dokumentationen selbstständig umzugehen.</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Informatik 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafische Oberflächen und Bedienelemente</li> <li>• Praktische Anwendungen für Datenverarbeitung z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Laden und Speichern von Dateien</li> <li>○ Einfache Bildoperationen (Graufilter, etc.)</li> </ul> </li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Numerische Verfahren</li> <li>○ Signalverarbeitung</li> <li>○ Statistik</li> <li>○ ...</li> <li>• Grundlagen relationaler Datenbanken</li> <li>• Entwurf von Datenbankmodellen</li> <li>• Grundlagen der Sprache SQL</li> </ul> <p>Die Inhalte werden im Rahmen des Informatik 3 Praktikums durch Übungen am Rechner vertieft.</p>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik 3</li> <li>• Informatik 3 Praktikum</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik 3: Lehrvortrag unter seminaristischer Einbeziehung der Studierenden, insbesondere Beamer-Projektion zur Demonstration der Funktionsweise von Programmen und Lösungsalternativen am Computer.</li> <li>• Praktikum: Lösung von vorgegebenen Praktikumsaufgaben während der Präsenzzeiten: auf Schwierigkeiten und Verständnisprobleme wird im Rahmen der Betreuung eingegangen. Hinzu kommt die Präsentation von ausgewählten Lösungen vor der Studiengruppe</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Informatik 3: Studienleistung (Klausur)</p> <p>Informatik 3 Praktikum: Studienleistung (Klausur oder Testate)</p>
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<p>Lehrbücher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Willemer, A.: Einstieg in C++, Galileo Press.</li> <li>• Saumweber, W.: Programmieren lernen mit Visual C++, Microsoft Press</li> <li>• Jarosch, H.: Grundkurs Datenbankentwurf, Vieweg-Teubner-Verlag</li> <li>• Kleinschmidt, P., Rank, C.: Relationale Datenbanksysteme, Springer Verlag</li> <li>• Beaulieu A.: Einführung in SQL, O'Reilly</li> </ul>

<b>Modulkennziffer 22</b>	<b>Recht</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders
<b>Lehrende</b>	Prof. Dr. Ernst A. Sanders, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	7. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenz 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlegende Aspekte biotechnologischen Arbeitens, insbesondere die Inhalte der Lehrveranstaltungen zur Angewandten Mikrobiologie, Steril- und Sicherheitstechnik sowie das Modul Molekularbiologie.
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand der erarbeiteten Grundprinzipien des Rechts und der Methodenlehre Fallbeispiele einer juristischen Prüfung zu unterziehen</li> <li>• eigene Arbeiten an den rechtlichen Rahmenbedingungen für biotechnologische Arbeiten mit natürlichen und gentechnisch veränderten Organismen auszurichten</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtsnormen auf einen konkreten Lebenssachverhalt anzuwenden und das Ergebnis einer wertenden Betrachtung zu unterziehen, die Systematik des Rechts und der Rechtsanwendung zu verstehen und dies in die Wirtschafts- und Sozialordnung einzuordnen</li> <li>• verantwortungsbewusst und in Kenntnis der rechtlichen Situation biotechnologisch zu arbeiten und Kollegen bei der Einschätzung der rechtlichen Situation zu unterstützen</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematik der Rechtsgrundlagen, Einführung in die wesentlichen Rechtsnormen des Zivilrechts und öffentlichen Rechts, Arbeit mit Gesetzesnormen, Methodik der Rechtsanwendung</li> <li>• Entwickeln einer Übersicht über den rechtlichen Rahmen biotechnologischer Arbeiten, Diskussion von Auszügen aus Arbeitsschutzgesetz, Biostoffverordnung, TRBA, Infektionsschutzgesetz, Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, TRGS, Gentechnikgesetz und zugehörige Verordnungen, Stammzellgesetz, Embryonenschutzgesetz</li> <li>• Sicherheitseinstufung gentechnischer Arbeiten und Ausstattung von Genlabors</li> </ul>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recht</li> <li>• Rechtliche Grundlagen in der Biotechnologie</li> </ul>	

<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Präsentation mit Beamer Diskussion von Gesetzestexten, Verordnungen und weiterer Regelungen z. B. Veröffentlichungen der Berufsgenossenschaften Übungen durch begleitende Aufgaben Erarbeitung des Stoffes anhand von Gesetzesnormen, Arbeitsblättern und Fallbeispielen
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung für den Teil Recht bzw. kontrollierte Prüfungsleistung, in der Fallbeispiele zu lösen, bewerten oder darzustellen sind im Teil Rechtliche Grundlagen in der Biotechnologie
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Müssig, P.: Wirtschaftsprivatrecht, C. F. Müller, Heidelberg</li> <li>• Sanders E. A.: Skript Rechtliche Grundlagen in der Biotechnologie</li> <li>• Aktuelle Gesetzestexte und Verordnungen. Aus dem Hochschulnetz zugänglich über <a href="http://www.umwelt-online.de">www.umwelt-online.de</a> oder frei zugänglich unter <a href="http://www.bundesrecht.juris.de/index.html">http://www.bundesrecht.juris.de/index.html</a></li> </ul>

<b>Modulkennziffer 23</b>	<b>Allgemeiner Wahlpflichtbereich B</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Birger Anspach
<b>Lehrende</b>	Professoren und Professorinnen der Fakultät, Lehrbeauftragte
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	7. Semester / ein Semester / Angebotsturnus ist abhängig vom Angebot der jeweiligen Dozentin bzw. Dozenten
<b>Credits</b>	5 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	150 h, davon Präsenz 64 h (4 SWS), Selbststudium 86 h
<b>Status</b>	Wahlpflichtmodule
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Lernziele gemeinsam mit den Lehrenden zu identifizieren</li> <li>• sich in kleinem Rahmen einen eigenen Schwerpunkt im Studium zu bilden und die Zusammenstellung der Veranstaltungen so zu wählen, dass ein Schwerpunkt erkennbar wird und diesen mit dem Studienfachberater abzustimmen</li> <li>• selbständig einen Stundenplan in Absprache mit den Lehrenden zusammenzustellen</li> </ul> <p>Das inhaltliche Ziel des Schwerpunkts soll dem Thema der Bachelorarbeit angepasst sein.</p> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihr eigenes Verhalten zu reflektieren und eigene Verantwortung im künftigen Arbeitsleben wahrzunehmen. Sie erkennen die Grenzen ihrer diesbezüglichen Kompetenz und wissen betriebsinterne und externe Hilfen in Anspruch zu nehmen.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Genauer bei den Lehrenden, siehe Semesterlehrplan</p>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Liste Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfächer</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Vortrag, seminaristischer Unterricht, Projektarbeit
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	AWPs unterschiedlich: Bearbeitung von Fallbeispielen, schriftliche Ausarbeitungen, Seminarvortrag (Studienleistung), Präsentationsleistung (Poster)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	siehe Veranstaltungen der Lehrenden

<b>Modulkennziffer 24</b>	<b>Technischer Wahlpflichtbereich</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Birger Anspach
<b>Lehrende</b>	Alle Dozenten/innen der Fakultät, speziell der Biotechnologie
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	7. Semester / ein Semester / Angebotsturnus ist abhängig vom Angebot der jeweiligen Dozentin bzw. Dozenten
<b>Credits</b>	8 CP
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	240 h, Präsenz und Selbststudium ist abhängig von der Zusammenstellung der AWP's und TWP's
<b>Status</b>	Wahlpflichtmodule
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	---
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Lernziele gemeinsam mit den Lehrenden zu identifizieren</li> <li>• sich in kleinem Rahmen einen eigenen Schwerpunkt im Studium zu bilden und die Zusammenstellung der Veranstaltungen so zu wählen, dass ein Schwerpunkt erkennbar wird und diesen mit dem Studienfachberater abzustimmen</li> <li>• selbständig einen Stundenplan in Absprache mit den Lehrenden zusammenzustellen</li> </ul> <p>Das inhaltliche Ziel des Schwerpunkts soll dem Thema der Bachelorarbeit angepasst sein.</p> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ihr eigenes Verhalten zu reflektieren und eigene Verantwortung im künftigen Arbeitsleben wahrzunehmen. Sie erkennen die Grenzen ihrer diesbezüglichen Kompetenz und wissen betriebsinterne und externe Hilfen in Anspruch zu nehmen.</p>	
<p><b>Lerninhalte</b></p> <p>Genauer bei den Lehrenden: Siehe Mailadressen, siehe Semesterlehrplan</p>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Liste Technische Wahlpflichtfächer</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden / Medienformen</b>	Vortrag, seminaristischer Unterricht, Projektarbeit



<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	TWPs unterschiedlich (Prüfungsleistung)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	siehe Veranstaltungen der Lehrenden

<b>Modulkennziffer 25</b>	<b>Praxissemester</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Gesine Cornelissen
<b>Lehrende</b>	Alle Professorinnen und Professoren des Departments Biotechnologie
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	6. Semester / ein Semester, jedes Semester
<b>Credits</b>	28
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	840 h
<b>Status</b>	Pflichtmodul
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	Überwiegend abgeschlossenes Grundstudium (1. und 2. Studienjahr)
<b>Lehrsprache</b>	deutsch
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen / Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabenstellungen aus dem Bereich der anwendungsorientierten Ingenieur Tätigkeit zu erkennen</li> <li>• durch praktische Mitarbeit in der Ausbildungsstätte die im theoretischen Studium vermittelten Kenntnisse und Fähigkeiten in der Praxis anzuwenden</li> <li>• betriebliche Entscheidungsprozesse nachzuvollziehen</li> <li>• durch erste Einblicke in naturwissenschaftlich-technische, organisatorische, ökonomische und soziale Zusammenhänge des Betriebsgeschehens, Abläufe in Unternehmen nachzuvollziehen und kritisch zu bewerten</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Aufgabenstellung innerhalb des vorhandenen Teams eigenständig und sachgerecht zu erarbeiten</li> <li>• die im Rahmen der Arbeit evtl. auftretenden Konflikte zu erkennen und konstruktiv zu lösen</li> <li>• ggf. auftretende kritische Fragestellungen anzunehmen und sich damit auseinandersetzen zu können</li> <li>• die Ergebnisse in geeigneter Form vorzutragen</li> </ul>	
<p><b>Lerninhalt</b></p> <p>Spezifische Aufgabenstellungen entsprechend den Fragestellungen der externen Ausbildungsstätten (Unternehmen aus dem Bereich der Biotechnologie und angrenzender Fachgebiete)</p>	
<p><b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praxissemester</li> <li>• Kolloquium Praxissemester (An- und Abtestat)</li> </ul>	

<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden/ Medienformen</b>	Persönliche Diskussion zwischen betreuender/m ProfessorIn und Studierendem anhand von Berichten, ermittelten Ergebnissen, Besuchen vor Ort. Diskussion der Präsentation des Praxisberichtes.
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studiennachweis in Form eines Praxisberichts und einer Präsentation im Kolloquium
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	Die notwendigen Arbeitsmaterialien hängen im höchsten Maße von der zu erarbeitenden Aufgabenstellung ab.

<b>Modulkennziffer 26</b>	<b>Bachelorarbeit</b>
<b>Modulkoordination/ Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Gesine Cornelissen
<b>Lehrende</b>	Alle Professorinnen und Professoren des Departments BT
<b>Semester/ Dauer/ Angebotsturnus</b>	7. Semester / ein Semester / jedes Semester
<b>Credits</b>	12
<b>Arbeitsaufwand (Workload)</b>	360 h
<b>Status</b>	
<b>Teilnahmevoraussetzungen/ Vorkenntnisse</b>	Überwiegend abgeschlossenes Gesamtstudium, abgeschlossene Prüfungs- und Studienleistungen des 1. und 2. Studienjahres, komplett abgeschlossener Praxisanteil
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch (in Ausnahmefällen Englisch)
<p><b>Zu erwerbende Kompetenzen/ Lernziele</b></p> <p><b>Fachlich-inhaltliche und methodische Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technisch- wissenschaftliche Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Biotechnologie und angrenzender Gebiete zu analysieren und zu systematisieren</li> <li>• sich zu der spezifischen Aufgabenstellung in den Stand der Technik und den Stand von Wissenschaft und Technik mittels gelerntem Wissen und Fachliteratur/Datenbanken eigenständig einzuarbeiten</li> <li>• im Falle einer experimentell ausgerichteten Arbeit sich in die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen der Versuchstechnik einzuarbeiten, ein sinnvolles und zielführendes Versuchsprogramm auszuarbeiten, durchzuführen und die Ergebnisse dieser Versuche wissenschaftlich zu beurteilen</li> <li>• im Falle einer theoretisch ausgerichteten Arbeit den Stand von Wissenschaft und Technik aus der Literatur kritisch zu diskutieren und mit den erlernten wissenschaftlichen Grundlagen abzugleichen, Verknüpfungen mit parallel angeordneten Wissensgebieten herzustellen und aus dieser Wissenslage relevante Schlüsse, Schlussfolgerungen und Handlungsanweisungen zu erarbeiten</li> <li>• eine Aufgabenstellung mittels effizienter Arbeitstechniken problemlösungsorientiert im Rahmen der vorgegebenen Zeit zu bearbeiten.</li> </ul> <p><b>Sozial- und Selbstkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Aufgabenstellung innerhalb des vorhandenen Teams eigenständig und sachgerecht zu erarbeiten</li> <li>• die Im Rahmen der Arbeit evtl. auftretenden Konflikte zu erkennen und konstruktiv zu lösen</li> <li>• ggf. auftretende kritische Fragestellungen anzunehmen und sich damit auseinandersetzen zu können</li> <li>• die Ergebnisse in geeigneter Form vorzutragen.</li> </ul>	

<b>Lerninhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Lerninhalt der Bachelorarbeit hängt von der zu erarbeitenden Aufgabenstellung ab.</li> </ul>	
<b>Zugehörige Lehrveranstaltungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zum ingenieurgemäßen Arbeiten</li> <li>• Bachelorarbeit</li> </ul>	
<b>Lehr- und Lernformen/ Methoden/ Medienformen</b>	<p>Persönliche Diskussion zwischen betreuender/m ProfessorIn und Studierendem anhand von Berichten/ ermittelten Ergebnissen (Diagramme, Tabellen, Zeichnungen, Schemata, Fotos)</p> <p>Diskussion möglicher Präsentationen der Zwischenergebnisse</p>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Leistungsnachweis in Form des Abschlussberichtes (Bachelorarbeit)
<b>Literatur/ Arbeitsmaterialien</b>	Die notwendigen Arbeitsmaterialien hängen im Wesentlichen von der zu erarbeitenden Themenstellung ab.

# Lehrplan

Nr.	Modul	Lehrveranstaltung	SWS im Semester							
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Mathematik A	Mathematik 1	6							
2	Mathematik B	Mathematik 2		4						
		Mathematik 3			2					
3	Physik A	Physik 1	4							
4	Physik B	Physik 2		2						
		Physik Praktikum			2					
5	Informatik	Informatik Praktikum 1	2							
		Informatik 2		2						
		Informatik Praktikum 2		2						
6	Chemie 1	Allgemeine und Anorganische Chemie	4							
		Allgemeine und Anorganische Chemie Praktikum	2							
		Werkstofftechnik	2							
7	AWP A	Allgemeinwissenschaftliche Lehrveranstaltungen	4							
8	Chemie 2	Organische Chemie und Biochemie 1		4						
		Organische Chemie Praktikum		2						
9	Grundlagen der Biotechnologie	Zell- und Mikrobiologie		4						
10	Elektrotechnik	Elektrotechnik 1		4						
11	Verfahrenstechnische Grundlagen	Thermodynamik 1		2						
		Wärme- und Stoffaustausch			2					
		Strömungslehre			2					
12	Elektronik	Elektronik (Kompakt für BT)			4					
		Elektronik Praktikum			2					
13	Messtechnik	Messtechnik				4				
14	Regelungstechnik	Regelungstechnik					4			
		Mess- und Regelungstechnik Praktikum					2			
15	Biochemie	Biochemie 2			4					
		Biochemie Praktikum			2					
16	Instrumentelle Analytik	Instrumentelle Analytik				2				
		Instrumentelle Analytik Praktikum				4				
17	Mikrobiologie	Angewandte Mikrobiologie			4					
		Angewandte Mikrobiologie Praktikum				3				
18	Fermentations-technik	Fermentations- und Bioreaktortechnik				4				
		Steril- und Sicherheitstechnik				2				
		Fermentations- und Bioreaktortechnik Praktikum				3				
19	Molekularbiologie	Molekularbiologie					3			
		Seminar Mikro- und Molekularbiologie					2			
		Molekularbiologie Praktikum					2			
20	Aufarbeitung von Bioprodukten	Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren					3			
		Protein Purification / Preparative Chromatography					2			
		Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren Praktikum					2			

21	Rechnergestützte Datenverarbeitung	Informatik 3					2		
		Informatik 3 Praktikum					2		
22	Recht	Recht							2
		Rechtliche Grundlagen der Biotechnologie							2
23	AWP B	Allgemeinwissenschaftliche Lehrveranstaltungen							4
24	TWP	Technische Wahlpflichtveranstaltungen							6
25	Praxissemester	Praxissemester					2		
		Kolloquium Praxissemester					2		
26	Bachelorarbeit	Anleitung zum ingenieurgemäßen Arbeiten							2
		Bachelor-Arbeit							0

## Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfächer

Die Allgemeinwissenschaftlichen Wahlpflichtfächer werden semesterweise vom Fakultätsrat mit dem Lehrveranstaltungsplan beschlossen. Die nachfolgende Aufstellung ist als Beispiel angeführt. Im Umfang von 4 SWS sind daraus jeweils Lehrveranstaltungen für den Allgemeinwissenschaftlichen Wahlpflichtbereich A und B zu wählen.

Fach	SWS
Einführung in Kommunikation und Präsentation	2
Englisch für Ingenieure (im WiSe) ODER Englisch 2 (im SoSe)	4
Spanisch für Naturwissenschaftler	2
Biotechnologie als Interdisziplinäres Projekt (BIP) <sup>1</sup>	2
Betriebswirtschaft <sup>2</sup>	2
Kostenrechnung <sup>2</sup>	2
Arbeits- und Unfallschutz <sup>2</sup>	2
Interdisziplinäres Seminar über nachhaltige Konzepte zur Reduzierung der Antibiotikabelastung in den Gewässern (PharmCycle, im WiSe) <sup>2</sup>	3
Personalführung <sup>3</sup>	4
Einführung in Marketing und Vertrieb <sup>4</sup>	2
Qualitätsmanagement <sup>4</sup>	2
Mat4 Mathematik für Integraltransformation (im SoSe) <sup>2</sup>	2
Stochastik (im WiSe) <sup>2</sup>	2

<sup>1</sup> Nur für Studierende im ersten Semester, gegebenenfalls gemäß Losentscheid

<sup>2</sup> Kann erst ab dem 4. Semester gewählt werden

<sup>3</sup> Kann erst ab dem 5. Semester gewählt werden

<sup>4</sup> Kann erst ab dem 7. Semester gewählt werden

## Technische Wahlpflichtfächer

Die Technischen Wahlpflichtfächer werden semesterweise vom Fakultätsrat mit dem Lehrveranstaltungsplan beschlossen. Die nachfolgende Aufstellung ist als Beispiel angeführt. Im Umfang von 6 SWS sind daraus Lehrveranstaltungen zu wählen.

Fach	SWS
Pharmakologie / Toxikologie	4
Humanbiologie 1 ODER Humanbiologie 2	4
Mechanische Verfahrenstechnik 1	2
Biotechnologisches Fachprojekt an der Fakultät	6
Technisches Zeichnen / CAD	2
Spektroskopie (im SoSe)	2
Verpackungstechnik	2