

**Modulhandbuch für die  
Studiengänge  
Bachelor of Science in Biochemie**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Biochemie</b>	<b>Seite</b>
Studienplan für den Bachelor-Studiengang Biochemie	1
Beschreibung der Module	
Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie	4
Allgemeine und Analytische Chemie (V + Ü + P)	5
Instrumentelle Analytische Chemie I (V + Ü)	6
Analytisch-chemisches Grundpraktikum	7
Mathematik für Chemiker	8
Grundlagen der Physik I	9
Grundlagen der Physik II	10
Einführung in die Biologie I	11
Einführung in die Biologie II	12
Organische Chemie I	14
Organische Chemie II	15
Praxis der Organischen und Bioorganischen Chemie	15
Theorie und Praxis der Physikalischen Chemie	17
Grundlagen der Biochemie und Medizin	18
Theorie und Praxis der Biochemie I	20
Theorie und Praxis der Biochemie II	22
Molekulargenetik, Gentechnik und Versuchstierkunde	24
Methoden der Strukturaufklärung	26
Organische Chemie III	27
Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker	28
Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Physikalischen Chemie	29
Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie	31
Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“	34
Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biomolekulare Chemie“	37
Theorie und Praxis des Wahlfaches „Proteine in der Biomedizin“	38
Theorie und Praxis des Wahlfaches „Molekulare Medizin“	40
Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Stammzellen“	43
Wahlpraktikum Biochemie	46
Fortgeschritten Theorie und Praxis der Analytischen Chemie	47
Bachelorarbeit in Biochemie	48

**Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Biochemie****Modulplan für den Bachelor-Studiengang Biochemie**

- (1) Der folgende Modulplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für den Bachelor-Studiengang Biochemie. Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der gemäß Studienverlaufsplan angegebenen Reihenfolge zu besuchen. Für einzelne Praktika ist die erfolgreiche Teilnahme an vorhergehenden Lehrveranstaltungen entsprechend Abs. 4 erforderlich.
- (2) (Zur Ermittlung der Gesamtnote für das Bachelor-Studium werden die Noten für die einzelnen benoteten Prüfungsleistungen einschließlich der Bachelor-Arbeit zunächst mit den jeweiligen in Anlage 1 festgelegten Kreditpunkten multipliziert. Die Summe der gewichteten Noten wird anschließend durch die Gesamtzahl der jeweils einbezogenen Kreditpunkte dividiert.
- (3) Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Ausnahmefällen Abweichungen von den Vorschriften der Absätze 1 und 4 bzw. des Modulplans selbst auf Antrag genehmigen.
- (4) Die Zulassung zu den nachstehend genannten Praktika ist abhängig von dem Vorliegen eines Leistungsnachweises für die im Ausbildungsgang vorhergehenden Lehrveranstaltungen (Vorleistungen) gemäß der nachstehenden Zusammenstellung.

<b>Praktikum</b>	<b>Vorleistung(en)</b>
Analytisch-chemisches Grundpraktikum	Vorlesung Allgemeine und Analytische Chemie und Praktikum Allgemeine Chemie
Organisch-chemisches Grundpraktikum	Organische Chemie I oder Organische Chemie II
Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	Mathematik für Chemiker oder Physikalische Chemie I für Biochemiker
Synthese-Praktikum, Teil Life Science	Organisch-chemisches Grundpraktikum, Praktikum Bioorganische Chemie
Physikalisch-chemisches F-Praktikum	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum und Teilnahme an Klausur Quantenmechanik und Spektroskopie (PC III)
Analytisch-chemisches F-Praktikum	Instrumentelle Analytische Chemie I und Teilnahme an Klausur Instrumentelle Analytische Chemie II
Molekularbiologisches Grundpraktikum	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken und Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken
Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken und Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken

V = Vorlesung, Ü = Übungen, S = Seminar, Pr = Praktikum, CP = Kreditpunkte für den jeweiligen Leistungsnachweis

Sem.	Lehrveranstaltung	V	Ü/S	Pr	CP
1. (WS)	<b>Allgemeine und Analytische Chemie</b>	6	3	6	15
	<b>Mathematik für Chemiker</b>	3	1	-	6
	Physik I	2	1	-	4
	<b>Einführung in die Biologie I</b>	2	-	-	5
<b>24 SWS</b>	<b>Summe: 1. Semester</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>
2. (SS)	Einführung in die Biologie II	2		5	7
	Organische Chemie I	2	1	-	5
	Instrumentelle Analytische Chemie I	2	1	-	5
	Grundlagen der Physik II	4	1	-	6
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	4
	Physikalisches Grundpraktikum	-	-	2	2
<b>23 SWS</b>	<b>Summe: 2. Semester</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>29</b>
3. (WS)	<b>Analytisch-chemisches Grundpraktikum</b>	-	-	8	6
	<b>Organische Chemie II</b>	3	1	-	7
	Physikalische Chemie I für Biochemiker	3	2	-	7
	Biochemie I	2	1	-	5
	Praktikum Biochemische Arbeitstechniken	-	-	4	3
	Medizinisches Grundpraktikum	-	-	3	2
<b>27 SWS</b>	<b>Summe: 3. Semester</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
4. (SS)	<b>Theorie und Praxis der Biochemie II</b>	2	1	4	8
	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	14	8
	Praktikum Bioorganische Chemie	-	-	4	3
	<b>Molekulargenetik, Gentechnik und Versuchstierkunde</b>	4	1	-	6
	Spektroskopie von Biomolekülen	1	-	-	1
	Physikalisch Chemisches Grundpraktikum	-	2	6	5
<b>40 SWS</b>	<b>Summe: 4. Semester</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>28</b>	<b>31</b>
5. (WS)	Biochemie III	2	-	-	5
	<b>Organische Chemie III</b>	2	1	-	5
	PC III: Quantenmechanik und Spektroskopie	2	1	-	5
	<b>Methoden der Strukturaufklärung</b>	2	1	-	5
	Bioethik	-	1	-	1
	<b>Synthese-Praktikum, Teil Life Science</b>	-	-	7	5
	Molekularbiologisches Praktikum	-	-	4	4
	Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene	1	1	4	5
<b>29 SWS</b>	<b>Summe: 5. Semester</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>35</b>
6. (SS)	Physikalisch-chemisches F-Praktikum	-	1	5	4
	<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches</b>	2	1	4	9

## Bachelor-Arbeit

12

<b>15 SWS</b>	<b>Summe: 6. Semester</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>25</b>
	Alternativmodule* )				
	Fortgeschr. Vorlesung Chemie/Biochemie	2	1	-	5
	Wahlpraktikum Biochemie	-	-	5	5
	Analytische Chemie III	2	1	-	5
	Analytisch-chemisches F-Praktikum	-	1	5	4
<b>158 SWS</b>	<b>Summe: 1 – 6. Semester</b>	<b>51</b>	<b>25</b>	<b>80</b>	<b>180</b>

\*) Alternativmodule erlauben das Substituieren von Modulen des 5. und 6. Semesters, maximal im Gesamtumfang von 10 CP, zusätzlich zur Regelung in § 4 Abs. 2. Als Alternativmodule sind ein Wahlpraktikum Biochemie und eine fortgeschrittene Vorlesung der Chemie und Biochemie (5. und 6. Semester der Bachelorstudiengänge oder aus den Masterstudiengängen) oder das Analytisch-chemische F-Praktikum und die zugehörige Vorlesung Analytische Chemie III als Zugangsvoraussetzung vorgesehen. Von der Substitution ausgeschlossen sind die Module Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie und Methoden der Strukturanalyse.

Auf Antrag an die Praktikumsleitung der 4 CP-Praktika im 6. Fachsemester kann im Bedarfsfall für einen zeitnahen Studienabschluss durch eine Zusatzleistung ein zusätzlicher Kreditpunkt erworben werden.

Beschreibung der Module:

<b>Vorkurs zum Studium der Chemie und Biochemie</b>					
Modul-Nr. 0	Credits 0 CP	Workload 30 h	Semester vor Sem 1	Turnus Zum WiSe	Dauer 1 Woche
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 12 h b) 13 h	<b>Selbststudium</b> 5 h	<b>Gruppengröße</b> 180 - 200 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls kennen Studierende					
<ul style="list-style-type: none"> <li>die Einheiten des SI-Systems und die Einheiten der wichtigsten abgeleitend Größen und sind in der Lage hiermit bei einfachen Anwendungen richtig umzugehen</li> </ul>					
können Studierende					
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit dem Taschenrechner einfache Berechnungen zum Potenzieren und Logarithmieren auszuführen</li> <li>den Kurvenverlauf einfacher Funktionen zu zeichnen und die Ableitungen dieser Funktionen zu berechnen</li> <li>Grundlagen zum Aufbau von Atomen am Beispiel eines NaCl-Kristalls anwenden</li> <li>gut vorbereitet und motiviert in das Studium starten</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
Berechnen von Potenzen und Logarithmen mit dem Taschenrechner; Kurvenverlauf und Ableitung einfacher Funktionen; Einheiten im SI-System und abgeleitete Größen: Dichte, Kräfte, Druck, Arbeit und Energie; elektrische Größen Stromstärke, Spannung und Widerstand; elektrisches Feld; Zustandsgleichung für Gase; Aufbau der Atome; Überlegungen zur Spektroskopie an Atomen und Molekülen; Einblick in den Nanokosmos					
<b>Lehrformen</b>					
Seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeiten					
<b>Prüfungsformen</b>					
keine					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
es werden keine Kreditpunkte vergeben					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>					
Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie, Studiengang 2-Fächer BSc Chemie					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
A. Birkner					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Allgemeine und Analytische Chemie</b>					
Modul-Nr. 1	Credits 15 CP	Workload 450 h	Semester 1. Sem.	Turnus Nur WiSe	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Allgemeine und Analytische Chemie (V und Ü) b) Einführungspraktikum Allgemeine Chemie (EPAC)			<b>Kontaktzeit</b> a) 6 SWS b) 6 SWS	<b>Selbststudium</b> a) 160 h b) 110 h	<b>Gruppengröße</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach Ende dieses Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie und des chemischen Rechnens und können diese sicher anwenden. Außerdem erhalten sie erste Einblicke in das chemische Arbeiten im Labor. Die Studierenden sind mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise und Problemlösung vertraut und können diese auf Probleme in verschiedenen Bereichen der Chemie anwenden.					
<b>Inhalt</b> Wissenschaftstheorie, Der analytische Prozess, Stöchiometrisches Rechnen, Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome und des Periodensystems. Chemische Energetik: Enthalpie, Enthalpie, Kalorimetrie. Chemische Bindung: Ionenkristalle und Kugelpackungen, Moleküle und Orbitale, metallische Bindung, Koordinationsverbindungen. Strukturen von Molekülverbindungen, VSEPR-Modell. Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie und Katalyse. Chemisches Gleichgewicht: Redoxgleichgewichte. Trends im Periodensystem der Elemente. Säuren und Basen: Säure/Base Theorien pH-Wert, starke, schwache Säuren, pH-Wert Berechnung.					
<b>Lehrformen</b> a) Experimentalvorlesung, inverted class room, Lehrvideos (Selbststudium), Übungen, b) Praktikum, Sprache: Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> a) Klausur 180 min am Semesterende, es wird angeboten die Klausur in drei Teilen zu je 90 min (je 33% Wertung) während des Semesters zu schreiben. b) Teilnahme an Sicherheitsveranstaltungen, erfolgreiche Durchführung der Praktikumsversuche, Bestehen der Antestate und Abgabe der Protokolle zu den Versuchsdurchführungen.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur, Teilnahme am Praktikum, Anteil der Modulnote: 100 %					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach, Teile des Moduls (z.B. der V und Ü) können in anderen Studiengängen als Grundlagen im Nebenfach Chemie angeboten werden.					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Gewichtet nach CP					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Rochus Schmid und alle Dozentinnen und Dozenten der Anorganischen Chemie und Analytischen Chemie					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Instrumentelle Analytische Chemie I</b>					
Modul-Nr. 2	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Instrumentelle Analytik I			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 26 h b) 2 SWS / 26 h	<b>Selbststudium</b> 98 h	<b>Gruppengröße</b> 150 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <i>keine</i>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> <u>Zielsetzung:</u> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls besitzen Studierende ein grundlegendes Verständnis über die Theorie und Praxis der wichtigsten photometrischen, chromatographischen, elektrochemischen und atomspektrometrischen Methoden der Instrumentellen Analytik. Er/Sie soll die Berechnung von Analysenergebnissen aus den experimentellen Messwerten sicher beherrschen und befähigt sein, die erhaltenen Messergebnisse kritisch zu beurteilen und mögliche Fehlerquellen zu erkennen. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Methoden der instrumentellen Analytik zu verstehen.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektroanalytische Methoden: Elektrogravimetrie, Coulometrie, Potentiometrie, Konduktometrie, Voltammetrie.</li> <li>– Spektroskopische Methoden: UV/VIS-Spektroskopie, Atomabsorptionsspektrometrie, Atomemissionsspektrometrie, Röntgenfluoreszenzanalyse.</li> <li>– Trennmethode: Flüssigkeitschromatographie, Gaschromatographie, Superkritische Fluidchromatographie.</li> <li>– Volumetrie: Redox-Titrationen und komplexometrische Titrationen</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> <i>a) Vorlesung; b) Übung; c) e-learning Module im Moodle</i>					
<b>Prüfungsformen</b> <i>schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min</i>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> <i>Bestehen der Klausur</i>					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> <i>BSc. Biochemie; MEd Chemie</i>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> nach CP gewichtet					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik					
<b>Sonstige Informationen</b>					



<b>Analytisch-chemisches Grundpraktikum</b>					
Modul-Nr. 3	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester 3. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Analytisch-chemisches Grundpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> 12 SWS / 156 h	<b>Selbststudium</b> 54 h	<b>Gruppengröße</b> 80 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <i>Leistungsnachweis Allgemeine und Analytische Chemie und Teilnahmenachweis Praktikum Allgemeine Chemie</i>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> <b>Zielsetzung:</b> Erwerb breit angelegter Praxiskenntnisse der klassischen Verfahren der quantitativen und grundlegender Verfahren der instrumentellen Analyse; Einüben der spezifischen Arbeitstechniken der analytischen Chemie: Gerätekunde, Gerätebedienung und akribische Arbeitstechnik wie analytisches Wiegen, Filtrieren, Verdünnen, Reinigen, etc.; Erlernen des primären Protokollierens der experimentellen Ergebnisse in einem Laborjournal; Selbständige Auswertung der Versuchsergebnisse auch mit unterstützenden Rechnerprogrammen. Erlernen des Erstellens von kompletten Versuchsprotokollen mit Einleitung, Aufgabenstellung, theoretischen Grundlagen (Vorlesungsbezug) einschließlich der sicherheitstechnischen Aspekte, experimentellen Ergebnissen, Auswertung mit Diskussion und Fehlerbetrachtung.  <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben grundlegende praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie erste Erfahrungen in der qualitativen Bewertung von chemischen Experimenten.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor</li> <li>– Gravimetrie.</li> <li>– Volumetrie: Titereinstellung, Säure-Base-Titration; Fällungstitration; Komplexometrie; Redox-Titrationen</li> <li>– Photometrie</li> <li>– Elektrochemische Analyse: Potentiometrie; Elektrogravimetrie; Konduktometrie</li> <li>– Projektarbeit zur Analyse Technischer Produkte oder Verfahren der instrumentellen Analyse</li> <li>– Beurteilung und Validierung der erzielten Analysenergebnisse</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> <i>Praktikum</i>					
<b>Prüfungsformen</b> <i>Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.</i>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> <i>Erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit.</i>					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					

nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Mathematik für Chemiker</b>					
Modul-Nr. 4	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 1. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Mathematik für Chemiker b) Übung Mathematik für Chemiker			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS/ 45h b) 2 SWS/ 30h	<b>Selbststudium</b> 105 h	<b>Gruppengröße</b> a) ca. 200 Stud. b) je 25 Stud.
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende für den Studiengang Chemie bzw. Biochemie grundlegende anwendungsrelevante Konzepte und Methoden der Mathematik, insb. der Analysis und Statistik.</li> <li>• beherrschen Studierende relevante Rechentechniken sowie eine logische und strukturierte Herangehensweise an komplexe Problemstellungen.</li> <li>• können Studierende Anwendungen der Mathematik in der Chemie bzw. Biochemie nachzuvollziehen und auf ähnliche Anwendungskontexte übertragen.</li> <li>• können Studierende mit grundlegenden anwendungsrelevanten mathematischen Konzepten sowie mathematischen Modellvorstellungen für das naturwissenschaftliche Arbeiten umgehen.</li> <li>• können Studierende logisch und mit einem angemessenen Maß an Abstraktion eigenständig aber auch in Teams mathematisch präzise an Problemlösungen arbeiten.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen zur Mengenlehre, Zahlensystemen (inkl. komplexer Zahlen) sowie Abbildungen</li> <li>2. Spezielle Funktionen (trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion, Logarithmus)</li> <li>3. Folgen und Reihen (inkl. Potenzreihen) und Konvergenzuntersuchungen</li> <li>4. Stetigkeit von Funktionen sowie Grenzwertuntersuchungen</li> <li>5. Differentialrechnung (Ableitungen, totales Differential, Taylorreihen)</li> <li>6. Integralrechnung (Integrationsregeln, bestimmte und uneigentliche Integrale, Fourierreihen)</li> <li>7. Gewöhnliche Differentialgleichungen (nur der homogene lineare Fall in beliebiger Ordnung)</li> <li>8. Grundlagen der deskriptiven Statistik (Lage- und Streumaße, Korrelation)</li> <li>9. Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>10. Diskrete und kontinuierliche Verteilungen</li> <li>11. Symmetrische Konfidenzintervalle und Regressionsrechnung</li> <li>12. Das Gauß'sche Fehlerfortpflanzungsgesetz und Zentraler Grenzwertsatz</li> <li>13. Einblick in das Testen von Hypothesen</li> </ol>					
<b>Lehrformen</b> <i>Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeiten,</i>					
<b>Prüfungsformen</b>					

Klausur; Es ist der Erwerb von Bonuspunkten in drei vorlesungsbegleitenden Miniklausuren möglich.
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulklausur
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> E. Glasmachers
<b>Sonstige Informationen</b> Die Veranstaltung wird von einem Moodle-Kurs mit Material zur Vorlesung und den Übungen begleitet

<b>Grundlagen der Physik I</b>					
Modul-Nr. 5	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 1. u. 2. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Physik I b) Physikalisches Grundpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> a) 5 SWS/ 40 h b) 2 SWS/ 30h	<b>Selbststudium</b> a) 80 h b) 30 h	<b>Gruppengröße</b> a) ca. 200 Stud. b) je 25 Stud.
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen Studierende die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten.</li> <li>verstehen Studierende grundlegende physikalische Fragestellungen.</li> <li>können Studierende einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.</li> <li>kennen und erfassen Studierende Phänomene und Vorgänge in der Natur an ausgewählten Versuchsaufbauten der Experimentalphysik.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<b>Grundeinheiten der Physik:</b> Grundeinheiten (Basiseinheiten) = SI-Einheiten, Festlegung der Grundeinheiten, Kennzeichnung der Zehnerpotenzen, Messungen und Messfehler, Kurvenanpassung <b>Mechanik. Kinematik des Massenpunktes:</b> Geradlinige Bewegung eines Massenpunktes, Räumliche, nicht geradlinige Bewegung eines Massenpunktes, Gleichförmige Kreisbewegung, <b>Dynamik des Massenpunktes:</b> Kraft, Newtonschen Axiome, Kräftegleichgewichte, Arbeit, Leistung, Energie, Impuls und Impuls-Erhaltungssatz, Drehmoment, Drehimpuls, Drehimpuls Erhaltungssatz, der starre Körper, <b>Der feste deformierbare Körper (Elastizität):</b> Aufbau eines idealen Festkörpers, Zug, Druck, Schub, das Hookesche Gesetz, plastische Verformung, <b>Statik von Flüssigkeiten und Gasen:</b> Grenzflächen von Flüssigkeiten, Hydrostatik, Statik der Gase, strömende Flüssigkeiten (und Gase), Kontinuitätsgleichung, Bernoullische Gleichung, innere Reibung einer Flüssigkeit, laminare und turbulente Strömung. <b>Schwingungen und Wellen. Schwingungen:</b> Freie ungedämpfte harmonische Schwingung, freie gedämpfte (harmonische) Schwingung, erzwungene Schwingungen, <b>Wellen:</b> Allgemeine Eigenschaften und Klassifizierung, Mathematische Beschreibung einer eindimensionalen harmonischen Welle, Reflexion von Wellen, stehende Wellen, Schwebung, Doppler-Effekt, Akustik (Lehre von Schallwellen in Gasen) <b>Pflichtveranstaltung:</b> Einführungsseminar „Bestimmung von Momentangeschwindigkeiten“ oder „Radioaktiver Zerfall einer kurzlebigen Quelle“ und Strahlenschutzunterweisung.					

<p><b>Praktikum Teil I:</b> Ausgewählte klassische Experimente aus dem Bereich der Experimentalphysik.</p> <p><b>Praktikum Teil II:</b> Ausgewählte Versuche aus dem Bereich der Elektrizitätslehre.</p>
<p><b>Lehrformen</b> Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeiten</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Bestandene Modulklausur</p> <p>b) Schriftliche Vorbereitung von Versuchen, mündliche Eingangsbefragung, Durchführung und Auswertung der Experimente, Anfertigen von Versuchsprotokollen.</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>c) Bestandene Modulklausur</p> <p>d) 8 testierte Versuche im Physikalischen Praktikum</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Studiengang BSc Chemie, Studiengang BSc Biochemie</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> F.H. Heinsius, D. Meyer</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Grundlagen der Physik II</b>					
Modul-Nr. 6	Credits 6 CP	Workload 160 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Vorlesung Physik II b) Übung Physik II			a) 4 SWS/ 56 h b) 1 SWS/ 14 h	90 h	ca. 200 Stud.
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
Vorkenntnisse Mathematik aus der Oberstufe und mathematische Vorkurse, Vorlesung Physik I					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen Studierende die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten und kurze Einführung in die Quantenphysik.</li> <li>verstehen Studierende grundlegende physikalische Fragestellungen.</li> <li>können Studierende einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
<p><b>Elektrizitätslehre:</b> Elektrische Ladung, Elektrische Feldlinien, elektrisches Feld, Spannung, Kapazität eines Kondensators, elektrischer Strom, Stromstärke und Wirkungen, der elektrische Widerstand, Ohmsches Gesetz, Stromkreise, Kirchhoffsche Gesetze, Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms, Messungen von I, U, R,</p> <p><b>Magnetisches Feld und Induktion:</b> Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwellschen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator,</p> <p><b>Ein- und Ausschaltvorgänge:</b> Schwingkreis,</p> <p><b>Mechanismen der elektrischen Leitung:</b> elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum,</p>					

<p><b>Elektromagnetische Wellen:</b> Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen,  <b>Optik:</b> Natur des sichtbaren Lichtes,  <b>Stahlenoptik (Geometrische Optik):</b> Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen,  <b>Wellenoptik:</b> Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisierung von Lichtwellen, der Laser,  <b>Quantenphysik:</b> Eindimensionale Schrödingergleichung, Pauliprinzip</p>
<p><b>Lehrformen</b> Vorlesung, seminaristischer Unterricht</p>
<p><b>Prüfungsformen</b> Klausur</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulklausur</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> F.H. Heinsius</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Einführung in die Biologie I</b>					
Modul-Nr. 7	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. Semester	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Einführung in die Biologie I (190700)			<b>Kontaktzeit</b> 28 h	<b>Selbststudium</b> 122 h	<b>Gruppengröße</b> ca. 80 Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine					
<b>Lernziele</b> Grundlegendes Verständnis von Lebensprozessen, Einblicke in die Vielfalt von biologischen Systemen, fokussiert auf die Gebiete Tieranatomie und -physiologie					
<b>Inhalt</b> Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zelle</li> <li>• Gewebelehre</li> <li>• Neuronale Kommunikation</li> <li>• Nervensystem</li> <li>• Sensorik I</li> <li>• Sensorik II</li> <li>• Hormonelle Regulation</li> <li>• Herz, Muskel</li> <li>• Atmung</li> <li>• Energie und Wärmehaushalt</li> <li>• Mineral-Homöostase</li> <li>• Exkretion</li> <li>• Ernährung</li> <li>• Immunologie</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b>					

Vorlesung
<b>Prüfungsformen</b> Klausur
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> nach CP gewichtet: Klausurnote besser als 4: 5 CP
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> N. N., M. Andriske, F. Paris, G. Gisselmann, A. Reiner, K. Störtkuhl
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Einführung in die Biologie II</b>					
Modul-Nr. 8	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester a) 2. Sem.	Turnus a) nur SS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Einführung in die Biologie II (190903) b) Biologisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker (190904)			<b>Kontaktzeit</b> a) 24 h b) 45 h	<b>Selbststudium</b> a) 96 h b) 45 h	<b>Gruppengröße</b> ca. 60 Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> a) keine b) Nur BSc-Studierende der Biochemie. Das Praktikum wird für Studierende mit Abschluss BTA oder vergleichbar anerkannt					
<b>Lernziele</b> a) Grundlegendes Verständnis von Lebensprozessen, Einblicke in die Vielfalt von biologischen Systemen, fokussiert auf die Gebiete Mikrobiologie und Botanik b) Einüben von Arbeitstechniken am Beispiel ausgewählter biologischer Phänomene im Bereich Zoophysologie, Pflanzenbiochemie, Botanik, bakterielle und Hefephysiologie					
<b>Inhalt</b> a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Mikrobiologie, Methoden in der Mikrobiologie</li> <li>• Aufbau der Zelle, Wachstum, Molekulare Genetik der Bakterien I</li> <li>• Molekulare Genetik der Bakterien II</li> <li>• Regulation der bakteriellen Genexpression</li> <li>• Mikrobielle Besiedlung von Extremhabitaten – Diversität</li> <li>• Prinzipien mikrobieller Energiewandlung</li> <li>• Energiegewinn durch anaerobe Prozesse – mikrobielle Gärungen</li> <li>• Aerobe Prozesse, anaerobe Respiration – Methanogenese</li> <li>• Respiratorische und lichtgetriebene Energiewandlung – bakterielle Protonenpumpen und andere Iontentranslokatoren</li> <li>• Einführung in die Pflanzenzelle</li> <li>• N-Fixierung – Stickstoff- und Schwefel-Fixierung</li> <li>• Photosynthese – Lichtreaktion</li> <li>• Photosynthese – Energetik/Mitchell – Photosynthese – CO<sub>2</sub>-Fixierung</li> <li>• Diversität botanischer Organismen – Anatomie der höheren Pflanzen</li> <li>• Algen: Morphologie und Systematik; Pilze I Pilze II</li> <li>• Pilze II, Systematik, Lebenszyklen, Physiologie</li> </ul> b) Im Praktikum werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kursorganisation</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmung und Exkretion</li> <li>• Verdauungsphysiologie</li> <li>• Sinnesphysiologie</li> <li>• Stickstofffixierung</li> <li>• Photosynthese</li> <li>• Pflanzeninhaltsstoffe</li> <li>• Mikrobiologie I – Genregulation</li> <li>• Mikrobiologie II – Lichtgetriebene Energiewandlung</li> <li>• Botanische Systeme</li> </ul>
<b>Lehrformen</b> a) Vorlesung b) Praktikum
<b>Prüfungsformen</b> a) Klausur b) An- oder Nachtestate, Praktikumsprotokolle
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> a) Bestehen der Klausur b) Regelmäßige Teilnahme (1 Fehltermin erlaubt) und Erfüllung der Bestehensanforderungen (An- oder Nachtestate, Praktikumsprotokolle)
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> a) nach CP gewichtet (4 CP) b) unbenotet (3 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> M. Lübben a) J. Bandow, M. Lübben, T. Happe, S. Baginsky, D. Tischler b) J. Bandow, M. Lübben, A. Hemschemeier, T. Happe, S. Baginsky, D. Tischler, M. Andriske, F. Paris, G. Gisselmann, J. Lambertz
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Organische Chemie I</b>					
Modul-Nr. 9	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Organische Chemie I			<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS / 52 h	<b>Selbststudium</b> 98 h	<b>Gruppengröße</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 240
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende das Basiswissen der Organischen Chemie</li> <li>• verstehen Studierende strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• können Studierende die Reaktivitäten im Bereich von funktionalisierten Alkanen, Alkenen und Alkinen einschätzen</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Bindungen organischer Moleküle</li> <li>• Übersicht über funktionelle Gruppen, Stoffklassen und Naturstoffe</li> <li>• Herstellung, Eigenschaften und grundlegende Reaktionen von Alkanen, Halogenalkanen, Alkoholen, Alkenen und Alkinen</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur (120min.) am Semesterende					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> G. Dyker, F. Schulz					
<b>Sonstige Informationen</b> e-learning-Modul, Link: <a href="http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html">http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html</a>					



<b>Organische Chemie II</b>					
Modul-Nr. 10	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WiSe	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Organische Chemie II			<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS / 52 h	<b>Selbststudium</b> 98 h	<b>Gruppengröße</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Es wird zuvor der erfolgreiche Abschluss des Moduls Organische Chemie I empfohlen.					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Diese Lehrveranstaltung erweitert das Basiswissen der Studierenden in Organischer Chemie. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Studierende erweiterte strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie.</li> <li>• verstehen Studierende weiterführende organisch-chemische Fragestellungen.</li> <li>• können Studierende fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.</li> <li>• können Studierende Reaktivitäten im Bereich von Aromaten, Carbonylverbindungen und Heterocyclen einschätzen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie der Aromaten; Farbstoffe, Polymere</li> <li>• Eigenschaften, Herstellung und Reaktionen von Carbonylverbindungen</li> <li>• Amine und Heterocyclen</li> <li>• Nachhaltigkeit und Atomökonomie</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur (120min.) am Semesterende					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie.					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet					
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> G. Dyker, F. Schulz					
<b>Sonstige Informationen</b> e-learning-Modul, Link: <a href="http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html">http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html</a>					

<b>Praxis der Organischen und Bioorganischen Chemie</b>					
Modul-Nr. 11	Credits 12 CP	Workload 360 h	Semester 4. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) organisch-chemisches Grundpraktikum mit Seminar (7 CP)			<b>Kontaktzeit</b> 18 SWS / 216h	<b>Selbststudium</b> 144 h	<b>Gruppengröße</b> Ca. 140 pro Jahr (96 Praktikums-

b) Mündliche Abschlussprüfung (1 CP) c) Praktikum Bioorganische Chemie (3 CP) d) Spektroskopie von Biomolekülen (1 CP)			Plätze semesterbegleitend, 44 im Blockpraktikum)
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.			
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende ein apparatives und praktisches Verständnis der Grundoperationen der Organischen Synthese</li> <li>• Studierende erwerben die Fähigkeit, einfache Synthesevorschriften im Bereich der Organischen Chemie praktisch nachzuvollziehen.</li> <li>• Sind die Studierenden vertraut mit den grundlegenden Sicherheitsvorschriften in der Organischen Chemie</li> <li>• Kennen die Studierenden grundlegende Aspekte der Bioorganischen Chemie, sowie über die Spektroskopie von Biomolekülen (1D, 2D - NMR).</li> </ul>			
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisch-chemische Reaktionen und Verfahren wie Esterbildung, Herstellung von Derivaten organischer Säuren, Elektrophile Aromatische Substitution, Nukleophile Substitution, Additionen, Wittig-Reaktion, Grignard-Reaktionen, Radikalreaktionen, Darstellung von Enaminen, Hydroborierung, Photoreaktionen, Racemattrennung. Organisch-chemische Trennverfahren wie Destillation, Sublimation, Kristallisation und Chromatographie. Einfache analytische Methoden, UV, IR, NMR. Grundlegende Sicherheitsaspekte der organischen Chemie (Betriebsanweisungen, Abfalltrennung, Kennzeichnung von Gefahrstoffen).</li> <li>- Bioorganische Reaktionen, wie die Modifikation von Phospholipiden, Reaktion der Bäckerhefe, enzymatische Synthese eines chiralen Alkohols und enzymatische Peptidsynthese.</li> <li>- Auswerten von 1D und 2D -NMR Spektren von Biomolekülen</li> </ul>			
<b>Lehrformen</b> Praktikum			
<b>Prüfungsformen</b> Eingangskolloquium zu jedem der Versuche, zu testierende Abgabe der Präparate, zu testierende Versuchsprotokolle, Abschlusskolloquium			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Erfolgreiches absolvieren der Praktikumsversuche, sowie der mündlichen Abschlussprüfung			
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Praxis-orientierte Grundlage für das Modul F-Synthesepraktikum Organische Chemie; Pflichtmodul in dem Bachelor-Studiengang der Biochemie.			
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> Unbenotet			
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> S. Huber (Modulbeauftragter), L. Gooßen, F. Schulz, G. Dyker, C. Merten			
<b>Sonstige Informationen</b>			

<b>Theorie und Praxis der Physikalischen Chemie</b>					
Modul-Nr. 12	Credits 12 CP	Workload 360 h	Semester 5. + 6. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Physikalische Chemie für Biochemiker Vorlesung /Übung b) Physikalisch-chemisches Praktikum			a) 5 SWS, 75 h b) 8 SWS, 100 h	185 h	a) 120 Stud. VI 30 Stud. Üb. b) 2er Gruppen für alle Stud.
Teilnahmevoraussetzungen					
keine					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b>					
a) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>chemische Reaktionsgleichgewichte auf der Grundlage thermodynamischer Zustandsgleichungen quantitativ beschreiben, auch hinsichtlich ihrer Temperatur-, Druck-Abhängigkeiten etc.</li> <li>Reaktionsgeschwindigkeiten analysieren und die zeitliche Änderung von Konzentrationen während einer chemischen Reaktion berechnen.</li> <li>einen sinnvollen Zusammenhang zwischen kinetischen Beobachtungen und dem Reaktionsmechanismus herstellen.</li> </ul> b) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>haben Studierende ein apparatives und theoretisches Verständnis grundlegender experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben.</li> <li>können Studierende die durchgeführten Experimente in schriftlichen Berichten und einem Seminarbeitrag darstellen.</li> </ul>					
a) <b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermodynamische Zustandsgleichungen</li> <li>Kalorimetrie und Kreisprozesse</li> <li>Die Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>Phasengleichgewichte und chemisches Potenzial</li> <li>Ideale und reale Lösungen und Mischungen</li> <li>Grundlagen der Elektrochemie</li> <li>Grundlagen der chemischen Reaktionskinetik</li> <li>Diffusion und Transporterscheinungen</li> </ul> b) <b>Praktische Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apparative Methoden: Elektrodentypen, Kalorimeter, Vakuumanlagen, Gasanlagen, Physikalische und Chemische Sensoren, Datenaufnahme per Computer, Laser</li> <li>Themengebiete: Phasendiagramm, Kalorimetrie, Elektromotorische Kraft, Elektrolyte, Reibung, Mischungen, Oberflächenspannung, Diffusion, Leitfähigkeit, Ionenbeweglichkeit, Kinetische Funktionen, Strukturbestimmung, Spektroskopie, Fehleranalyse</li> <li>Präsentationstechniken: Optimale Gestaltung einer Präsentation</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b>					
a) Vorlesungen, Übungen, gemeinschaftliche Bearbeitung von Aufgaben b) Praktikum; Seminar					
<b>Prüfungsformen</b>					

a) Klausur (120min.) am Semesterende b) Schriftliche Berichte, 15-20-minütige Präsentation
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulklausur, Bearbeitung von veranstaltungsbegleitenden Aufgaben
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Studiengang 2 Fächer Bachelor
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> a) C. Herrmann b) M. Havenith-Newen, S. Henkel.
<b>Sonstige Informationen</b> a) Vorlesungsskript im Blackboard erhältlich b) Vor jedem Versuch ist ein Sicherheitskolloquium abzulegen. Spezielle Sicherheitsunterweisungen erfolgen z.B. bei Versuchen, in denen Laser eingesetzt werden.

Grundlagen der Biochemie und Medizin					
Modul-Nr. 13	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester a) 2. Sem. b) 3. Sem.	Turnus a) nur SS b) nur WS	Dauer 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Einführung in die Biochemie (184200) b) Medizinisches Grundlagenpraktikum für Biochemiker (209382)			a) 42 h b) 45 h	a) 78 h b) 15 h	ca. 80 Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
a) keine b) keine					
<b>Lernziele</b>					
a) Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse über den molekularen Aufbau lebender Systeme. Es wird ein grundlegendes Verständnis für wichtige Grundbausteine, für die Biochemie wichtige Reaktionen und den Aufbau unterschiedlicher Zellkompartimente entwickelt. Darüber hinaus werden grundlegende Vorstellungen der Funktion von Membran-, Transport- und Motorproteinen, Signalübertragungsketten sowie der hormonellen Koordination größerer Organsysteme erarbeitet. Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer grundlegende biochemische Fragestellungen verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.					
b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken auf medizinisch relevanten Gebieten und entwickeln ein Verständnis für komplexe biologische Zusammenhänge, auch mit pathobiochemischen Bezügen. Außerdem erhalten sie einen Einblick in die rasante Entwicklung der analytischen bzw. diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten in der Medizin. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken im medizinischen Zusammenhang anwenden.					
<b>Inhalt</b>					
a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente des Lebens, Wasser als Lösungsmittel und die Regulation des pH-Wertes in Biosystemen</li> </ul>					

- Kohlenstoffverbindungen, funktionelle Gruppen in Biomolekülen und energiereiche Bindungen
  - Aminosäuren, Peptidbindung und allgemeine Proteinstruktur
  - Struktur und Funktion von Nukleotiden
  - Zucker: Energiespeicher und Marker für Proteine
  - Grundlagen des Stoffwechsels,
  - Lipidzusammensetzung der Zellmembran, Membranproteine und Verankerung von Proteinen
  - Transport über Membranen I: Transportproteine und Ionenpumpen
  - Transport über Membranen II: Struktur und Funktion von K<sup>+</sup>-Kanälen und potenzialaktivierten Ionenkanälen
  - Zellkompartimente und ihre Funktion
  - Zytoskelett, Motorproteine und Zellbewegung
  - Prinzipien der Signaltransduktion am Beispiel der 7-Transmembranrezeptoren
  - Koordination der Funktion verschiedener Organe durch Hormone
- b) Im Praktikum werden folgende Themen behandelt:
- Biochemie und Pathobiochemie
    - Gendiagnostik: Mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion untersuchen die Studierenden randomisierte Blutproben sowie Proben von Patienten mit maligner Hyperthermie. Die Studierenden erlernen unter Anleitung das gesamte Vorgehen, von der Blutentnahme über die Isolierung der enthaltenen DNA bis hin zur Analyse mittels PCR und nachfolgender Gelelektrophorese. In der Gruppe wurden die Proben befundet und besprochen.
    - Glukosestoffwechsel: Anhand von eigenen Blutproben sowie randomisierten Patientenproben wird die Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) besprochen. Freiwillige unter den Studierenden unterziehen sich einem Glukose-Toleranztest. Hierzu werden sie unter orale Glukosebelastung gesetzt. Über einen Zeitraum von 2 h werden zu definierten Zeitpunkten von Mitstudierenden Blutproben gewonnen, aus denen dann in der Gruppe die Glukosekonzentration bestimmt wird. Anhand des zeitlichen Verlaufes lässt sich die Regulation des Blutzuckerspiegels besprechen. zudem werden pathologische Veränderungen und deren molekularer Hintergrund besprochen.
  - Mikroskopische Anatomie
    - Anhand ausgewählter Gewebepräparate erlernen die Studierenden zunächst die Grundzüge der Lichtmikroskopie. Es wird ein erster Einblick in die Struktur einzelner humaner Gewebe gewonnen und mögliche pathologische Veränderungen diskutiert.
  - Humangenetik
    - Zytogenetik: Anhand von zu erstellenden Karyogrammen erlernen die Studierenden die Organisation des humanen Genoms in Chromosomen. Es werden die unterschiedlichen Formen der Chromosomenaberrationen, deren molekulare Grundlage und mögliche phänotypische Ausprägungen veranschaulicht.
    - Molekulargenetik: *E.-coli*-DNA wird isoliert und mittels Gelelektrophorese analysiert. In diesem Versuchsteil wird den Studierenden der molekulare Aufbau der DNA vermittelt. Ferner werden unterschiedliche Mutationstypen besprochen. Anhand einer Thromboembolie ursächlich in einer Mutation des Faktor-V-Gens wird auch exemplarisch der klinische Bezug hergestellt.
  - Physiologie
    - Anhand eigener Blutproben wird der prozentuale Anteil der Blutzellen am Blutvolumen (Hämatokrit) bestimmt. Im Zuge dieser Analyse werden auch die einzelnen Blutbestandteile besprochen. In einer weiteren Untersuchung erlernen die Studierenden die Bestimmung des Hämoglobinwertes mittels Zyanmethämoglobin-Methode. Außerdem werden nochmals die Grundlagen der Photometrie besprochen.

Abschließend werden noch die Erythrozyten- und Leukozytenkonzentrationen bestimmt und deren Bedeutung für die klinische Diagnostik besprochen.
<b>Lehrformen</b> a) Vorlesung b) Praktikum
<b>Prüfungsformen</b> a) Klausur b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> a) Bestehen der Klausur b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle Versuche
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> a) nach CP gewichtet (4 CP) b) unbenotet (2 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> a) R. Stoll b) K. Döring, R. Erdmann, W. Gerding, W. Girzalsky, H. P. Nguyen, J. Tatzelt, D. Wenzel, K. Winklhofer
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Theorie und Praxis der Biochemie I</b>					
Modul-Nr. 14	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Biochemie I (184320, 184321) b) Praktikum Biochemische Arbeitstechniken (184322)			<b>Kontaktzeit</b> a) 42 h b) 40 h	<b>Selbststudium</b> a) 108 h b) 50 h	<b>Gruppengröße</b> ca. 70 Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> a) keine, Vorkenntnisse aus der Einführung in die Biochemie sind aber dringend empfohlen b) keine					
<b>Lernziele</b> a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über die molekularen und zellulären Funktionen von Proteinen, Lipiden und dem Stoffwechsel sowie über deren zelluläre Kompartimentierung und Regulation. Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer die erlernten Kenntnisse auf die Regulation von Enzymen, Metabolismus, molekulare Motoren und auf Grundzüge der Signaltransduktion übertragen. b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig biochemische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.					
<b>Inhalt</b> a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit xxx: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aminosäuren und Peptiden: allgemeine Struktur, Zusammensetzung, Vorkommen, Eigenschaften, Peptidbindung, Hierarchien in der Proteinstruktur, Ramachandran Diagramm, Kollagen-Tripelhelix</li> </ul>					

- Faltung von Proteinen: nicht-kovalente schwache Wechselwirkungen, Faltung des Trypsininhibitors, Chaperone: GroEL und GroES
  - Aminosäure- und Proteinanalytik: Immunoblotting, zweidimensionale Elektrophorese, Affinitätschromatographie, Ultrazentrifugation, Gelchromatographie, Salzfällung
  - Enzymkinetik: Michaelis-Menten, enzymatische Katalyse, Mechanismen
  - Biologische Membranen: Membranlipide, Membranproteine, Glykoproteine
  - Transport durch biologische Membranen: erleichterte Diffusion, primäre und sekundäre Membrantransportsysteme, Ionophoren (Gramicidin)
  - Lipoproteine: Transport von Triacylglyceriden, LDL: Modell, Rezeptor, Endocytose, Recycling
  - Fettsäurestoffwechsel: Fettsäuresynthetase-Zyklus, Vergleich: Abbau/Biosynthese, Regulation, Energiebilanz
  - Arachidonsäurestoffwechsel: Prostaglandine, Prostacycline, Thromboxane II
  - Energiestoffwechsel: Glykolyse, Glukoneogenese, Pyruvat-Decarboxylase
  - Krebszyklus (Tricarbonsäurezyklus): Regulation, mitochondrialer Membrantransport
  - Membrangebundene ATP-Synthese: Protonengradient, Bakteriorhodopsin, Elektronentransport, mitochondriale Elektronentransportkette, ATPase: Rotationsmechanismus 3
  - Pentosephosphatweg: oxidativer und nicht oxidativer Zweig
  - Abbau von Aminosäuren: Transaminierung, Desaminierung, Harnstoffzyklus, Kopplung Harnstoffzyklus-Citratcyclus, Koordination des Stoffwechsels
- b) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im biochemischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung vermittelt werden.
- Im Praktikum werden fünf Versuche durchgeführt:
- BA-1: Isolierung von  $\alpha$ -Lactalbumin aus Rohmilch
    - Fraktionierte Fällung von Milchproteinen
    - Weitere Aufreinigung des  $\alpha$ -Lactalbumins durch Gelfiltrationschromatographie
  - BA-2: Untersuchung von  $\alpha$ -Lactalbumin
    - Bestimmung der Proteinmenge in den Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1
    - Analyse der Fällungsschritte und der Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 durch SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese
  - BA-3: Isolierung von Phospholipasen aus Pflanzen und deren Analyse mittels fluoreszierender Lipide
    - Isolierung von Phospholipasen aus Weizenkeimlingen
    - Verdau von Lipiden mit Phospholipasen
    - Dünnschichtchromatographische Auftrennung der verdauten Lipide
  - BA-4: Isolierung von Glykogen aus Leber
    - Extraktion von Glykogen aus Schweineleber
    - Analyse des Zeitverlaufs der sauren und enzymatischen (Speichel) Hydrolyse des Glykogens
  - BA-5: Charakterisierung von Urease
    - Bestimmung der Ureasekonzentration
    - Messung der Enzymaktivität der Urease mit einem gekoppelten optischen Test

**Lehrformen**

- a) Vorlesung mit Übung und begleitendem e-Learning-Modul
- b) Praktikum

**Prüfungsformen**

- a) Klausur
- b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

- a) Bestehen der Klausur

b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle fünf Versuche
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> a) nach CP gewichtet (5 CP) b) unbenotet (3 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> T. Günther-Pomorski, S. Neumann, D. Wolters, D. Tapken, M. Hollmann, R. Stoll
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Theorie und Praxis der Biochemie II</b>					
Modul-Nr 15	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Biochemie II (184400, 184401)			a) 42 h	a) 108 h	ca. 50
b) Praktikum Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)			b) 40 h	b) 50 h	Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> a) keine b) keine					
<b>Lernziele</b> a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über Struktur, Funktion und Biosynthese der Nucleinsäuren und ihrer Bausteine und damit die Grundlagen der Speicherung und Weitergabe genetischer Information. Anhand dieser Kenntnisse werden die Mechanismen der Genexpression erarbeitet, wobei der Schwerpunkt bei Prokaryoten liegt und sowohl die Transkription einschließlich ihrer Regulation als auch die Translation betrachtet werden. Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer einen Überblick über den Fluss der genetischen Information, die zugehörigen Strukturen und Mechanismen sowie pharmakologische Eingriffsmöglichkeiten. b) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende molekularbiologische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig molekularbiologische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.					
<b>Inhalt</b> a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Biochemie der Nucleinsäuren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Entdeckung der Nucleinsäuren, ihrer Struktur und Funktion</li> <li>• Biosynthese, Rückgewinnung und Abbau der Purin- und Pyrimidinnucleotide, Regulation des Nucleotidstoffwechsels, Chemotherapeutika</li> <li>• Struktur und Eigenschaften der DNA: Aufbau der Doppelhelix, verschiedene Doppelhelixformen (A, B, Z), strukturstabilisierende Wechselwirkungen, Stabilität und Denaturierung, Topologie und Superhelizität, Topoisomerasen</li> <li>• DNA-Replikation in Prokaryoten: Aufbau von DNA-Polymerasen, Pol I, Pol III-Holoenzymkomplex, Prozessivität, Genauigkeit und Fehlerkorrektur, Helikasen, Ligasen, Replikationsstart und -termination</li> <li>• DNA-Reparatur: Mutationstypen, Ursachen von Mutationen, direkte Reparatur, Exzisionsreparatur, Fehlpaarungsreparatur, Rekombinationsreparatur, Defekte von Reparaturmechanismen; DNA-Methylierung in Prokaryoten</li> <li>• Struktur und Eigenschaften der RNA, RNA-Klassen</li> </ul>					



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkription in Prokaryoten: Aufbau des RNA-Polymerase-Holoenzym, Promotoren, Transkriptionsinitiation und -termination, Inhibitoren der prokaryotischen Transkription (Antibiotika); RNA-Prozessierung; reverse Transkription</li> <li>• Transkriptionsregulation in Prokaryoten: konstitutive und induzierbare Enzyme, <i>lac</i>-Operon, <i>araBAD</i>-Operon, <i>trp</i>-Operon, Katabolitrepession, Attenuierung, Struktur von DNA-Bindeproteinen, Riboschalter</li> <li>• Genetischer Code und tRNA: Entschlüsselung und Aufbau des genetischen Codes, Struktur der tRNA, Kopplung von Aminosäuren an tRNA, Struktur und Funktion von Aminoacyl-tRNA-Synthetasen, Genauigkeit und Fehlerkorrektur beim Beladen der tRNA, Kodon-Antikodon-Wechselwirkungen, Degenerierung des genetischen Codes, Wobble-Hypothese</li> <li>• Translation: Struktur von Ribosomen, rRNA und ribosomale Proteine, Polysomen, Translationsinitiation bei Prokaryoten und Eukaryoten, Elongation bei der prokaryotischen Translation, Elongationsfaktoren, Mechanismus der Transpeptidierung, Ribozyme, Translokation, Fehlerkorrektur bei der Translation, Translationstermination, Hemmstoffe der Translation (Antibiotika)</li> </ul> <p>b) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im molekularbiologischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung sowie zum Umgang mit genetisch veränderten Organismen vermittelt werden.</p> <p>Im Praktikum werden fünf Versuche durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MA-1: Genetik von <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kultivierung von Hefezellen auf Agarplatten</li> <li>– Analyse von Zellzyklus- und Purinstoffwechselmutanten</li> </ul> </li> <li>• MA-2: Isolierung und elektrophoretische sowie RT-PCR-Analyse von RNA <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trennung von Cytoplasma und Kernen aus HeLa-Zellen</li> <li>– Isolierung von cytoplasmatischer und Kern-RNA</li> <li>– Aufreinigung der RNA mit Silikasäulen</li> <li>– Analyse der RNA durch Polyacrylamid-Gelelektrophorese und RT-PCR</li> </ul> </li> <li>• MA-3: Isolierung und PCR-RFLP-Analyse von DNA zum Tierartennachweis in Lebensmitteln <ul style="list-style-type: none"> <li>– Isolierung von DNA aus Lebensmittelproben</li> <li>– Aufreinigung der DNA mit Silikasäulen</li> <li>– Analyse der DNA durch PCR mit anschließender Restriktionsanalyse</li> <li>– Agarose-Gelelektrophorese</li> </ul> </li> <li>• MA-4: Isolierung von Plasmid-DNA <ul style="list-style-type: none"> <li>– Isolierung von Plasmid-DNA aus <i>E. coli</i> mit alkalischer Lyse</li> <li>– Aufreinigung der Plasmid-DNA mit Anionenaustauschersäulen</li> <li>– Restriktionsanalyse der Plasmid-DNA</li> <li>– Agarose-Gelelektrophorese</li> </ul> </li> <li>• MA-5: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay <ul style="list-style-type: none"> <li>– Herstellung eines Lysats aus HeLa-Zellen</li> <li>– Bestimmung der Proteinmenge im Lysat mit der Bradford-Methode</li> <li>– Analyse der Kinetik des ATP-Abbaus im Lysat mittels Luciferase-Assay</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>a) Vorlesung mit Übung</p> <p>b) Praktikum</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Klausur</p> <p>b) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p>

a) Bestehen der Klausur
b) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle fünf Versuche
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>
a) nach CP gewichtet (5 CP)
b) unbenotet (3 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>
D. Tapken, M. Hollmann, T. Günther-Pomorski
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Molekulargenetik, Gentechnik und Versuchstierkunde</b>					
Modul-Nr. 16	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Molekulargenetische Methoden in der Biochemie (184404, 184405)			a) 42 h	a) 78 h	ca. 50 Teilnehmer
b) Grundlagen der Versuchstierkunde und Gentechnikrecht (184406)			b) 28 h	b) 32 h	
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
a) keine, Besuch der parallel stattfindenden Vorlesung Biochemie II aber dringend empfohlen					
b) keine					
<b>Lernziele</b>					
a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über den theoretischen Hintergrund sowie praktische Aspekte gängiger molekularbiologischer Methoden. Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer theoretische Kenntnisse über molekularbiologische Methoden, die sie für deren praktische Anwendung im Labor benötigen.					
b) Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse über die Haltung von und den Umgang mit Versuchstieren, die Durchführung von Tierversuchen inklusive der gesetzlichen Bestimmungen sowie über die gesetzlichen Bestimmungen bei der Durchführung gentechnischer Experimente. Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer erste theoretische Kenntnisse über Tierversuche.					
<b>Inhalt</b>					
a) Die Vorlesung behandelt die folgenden molekularbiologischen Methoden:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restriktions- und Modifikationssysteme: Typ I, II und III; Typ-II-Restriktionsendonukleasen: Eigenschaften, Subtypen, Mechanismus, Struktur; Einsatz von Restriktionsendonukleasen im Labor</li> <li>• <i>Escherichia coli</i> als Wirtsorganismus: Genotypen von Klonierungsstämmen, Aufbau der Zellwand, Nährmedien, Handhabung im Labor, Transformation; Selektion mit Antibiotika: Antibiotikagruppen, Wirkmechanismen, Resistenzen, Handhabung im Labor; Plasmide als Klonierungsvektoren</li> <li>• Lambda-Phagen: Reproduktionswege, Replikation, Substitutionsvektoren, Insertionsvektoren, Cosmide; Einzelstrangphagen, M13-Vektoren, Phagemide; Ligation: Mechanismus der DNA-Ligase, Anwendung im Labor</li> </ul>					

- Präparation von Nukleinsäuren: Phenolextraktion, Alkoholfällung, Präparation von genomischer DNA, Präparation von Plasmid-DNA, alkalische Lyse, CsCl-Dichtegradientenzentrifugation, Aufreinigung über Anionenaustauscher und Silikagel, Präparation von Phagen-DNA, Präparation von RNA, Konzentrationsbestimmung von Nukleinsäuren
  - Analyse von Nukleinsäuren: Agarose-Gelelektrophorese von DNA und RNA, Polyacrylamid-Gelelektrophorese; Nukleinsäureblotting: Southern Blot, Kolonie- und Plaquettransfer, Northern Blot; Nukleinsäurehybridisierung: Stringenz und Selektivität, Herstellung und Markierung von Sonden
  - Polymerase-Kettenreaktion (PCR): Prinzip und Ablauf, Primerauswahl, DNA-Polymerasen, Thermocycler, RT-PCR, quantitative Real-Time-PCR: Verlauf, Quantifizierungsmethoden, Farbstoffe, Sonden, Schmelzkurven
  - PCR-Anwendungen: inverse PCR; RACE-PCR; Klonierung von PCR-Fragmenten: TA-Klonierung, Gibson-Assembly, Topoisomerase-Klonierung; *In-vitro*-Mutagenese: *Overlap-Extension*-PCR, Gibson-Assembly, Q5-Mutagenese, Quikchange, Mehrfachmutagenese, Zufallsmutagenese, Fragmentverknüpfung; DNA-Sequenzierung: Maxam-Gilbert-Verfahren, Sanger-Verfahren
  - Genomsequenzierung: Pyrosequenzierung, Illumina-Verfahren, SOLiD-Verfahren, Ion-Torrent-Verfahren, SMRT-Verfahren, Nanopore-Verfahren; Genomedierung: T-DNA-Insertion zur Herstellung von Knockout-Pflanzen, homologe Rekombination zur Herstellung von Knockout-Mäusen, strangbruchinduzierte Genomedierung: Meganukleasen, Zinkfinger-Nukleasen, TALE-Nukleasen, CRISPR/Cas9
  - Proteinexpression: Auswahl eines Expressionssystems; Proteinexpression in *E. coli*: induzierbare Promotorsysteme, T7-Promotorsystem, DE3-Lysogene, pET-Vektorsystem, Fusionsproteine, Wirtsstämme; Proteinexpression in Insektenzellen, Baculoviren, Proteinexpression in HEK-Zellen
  - Charakterisierung von Proteinen mit UV/VIS-Spektroskopie
  - Charakterisierung von Proteinen mit CD-Spektroskopie
- b) Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Versuchstierkunde:
- ethische Aspekte: Mensch/Tier-Beziehung, Argumente für und gegen die Nutzung von Tieren zu wissenschaftlichen Zwecken, Beratende Kommission nach § 15 TSchG
  - gesetzliche Aspekte: Definition des Tierversuches, andere Eingriffe an Tieren, Genehmigungs- und Anzeigeverfahren, sachkundige Person, zweckgezüchtete Tiere, Überwachung, weitere Gesetze mit dem Hintergrund Tierschutz
  - Biologie der Versuchstiere und deren Haltung: Einsatz von Tieren für verschiedene Forschungsgebiete, Pflege und Haltung, Verbesserung der Haltungsbedingungen, Umgang mit Versuchstieren, Ernährung, Erkennen von Schmerzen und Leiden
  - Mikrobiologie und Krankheiten: Gesundheitsüberwachung, Quarantäne, Hygiene, Desinfektion, spezifiziert pathogen freie Tiere, Barriersysteme, Einfluss von Krankheiten auf Ergebnisse von Experimenten, Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit (infizierten) Tieren
  - Gesundheitsgefahren und Sicherheitsmaßnahmen in einem Tierlabor: Allergien, Zoonosen, Krankheitserreger, radioaktive Materialien
  - Planung und Durchführung von Tierversuchen: Erstellung eines Versuchsplans, Auswahl und Beschaffung der Versuchstiere, Tiermodelle, Übertragbarkeit der Ergebnisse von Tierversuchen auf den Menschen, statistische Aspekte
  - Narkose, Analgesie und experimentelle Methoden: Methoden der Anästhesie und Narkose, Schmerzbehandlung, Wahl der richtigen Medikamente, Verbleib der Tiere nach Versuchsende, Euthanasie, Tierkörperbeseitigung, Beispiele für häufig angewandte operative und nichtoperative Methoden
  - Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen: Definition, 3-R-Prinzip (reduce, replace, refine), Möglichkeiten und Grenzen von Ersatz- und Ergänzungsmethoden

sowie mit dem Gentechnikrecht
<b>Lehrformen</b> a) Vorlesung mit Übung b) Vorlesung
<b>Prüfungsformen</b> a) Klausur b) Klausur
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> a) Bestehen der Klausur b) Bestehen der Klausur
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> a) nach CP gewichtet (4 CP) b) nach CP gewichtet (2 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> a) D. Tapken, R. Stoll b) H.-P. Neidhardt, N.N.
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Methoden der Strukturaufklärung</b>					
Modul-Nr. 17	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WiSe	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Methoden der Strukturaufklärung			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 108 h	<b>Gruppengröße</b> Alle im Fachsemester eingeschriebenen Studierenden, ca. 100
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> <b>Zielsetzung:</b> Die Teilnehmer sollen am Ende des Kurses in der Lage sein, selbständig die Struktur unbekannter chemischer Verbindungen anhand Ihrer UV-, IR-, MS- und NMR-Spektren zu bestimmen. Weiterhin sollen theoretische Grundlagen <b>Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.					
<b>Inhalte:</b> <b>UV/VIS-Spektroskopie:</b> Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, $\pi$ - $\pi^*$ und $n$ - $\pi^*$ -Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen. <b>IR-Spektroskopie:</b> Messtechnik (Probenformen, Ablauf der Messung), wichtige theoretische Grundlagen (Oszillatoren, Obertöne, Fermi-Resonanz, Auswahlregeln, etc.), Identifizierung funktioneller Gruppen in komplexen Verbindungen anhand von Gruppenfrequenzen, Isotopeneffekte, Einfluß von Medium und Aggregation auf IR-Spektren; Grundlagen der Raman-Spektroskopie <b>Massenspektrometrie:</b> Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfallsmuster organischer Verbindungen. <b>NMR-Spektroskopie:</b> <i>Physikalische und messtechnische Grundlagen:</i> Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung					

<p>bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. <i>Spektrale Parameter und molekulare Struktur</i>: Chemische Verschiebungen in <math>^1\text{H}</math>- und <math>^{13}\text{C}</math>-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmiteleinfluß und intermolekulare Aggregation, Voraussagen von chemischen Verschiebungen durch Inkrementsysteme und empirische Programme; Strukturabhängigkeit skalarer Kopplungen (Karplus-Gleichung), dipolare Kopplung und Populationstransfer, NMR-Spektren von Heterokernen - <math>^{19}\text{F}</math>, <math>^{31}\text{P}</math>, <math>^{29}\text{Si}</math>, exemplarisch Übergangsmetalle (z.B. Pt) und Kerne mit Quadrupolmomenten; Homonukleare und heteronukleare Spinsysteme</p> <p><b>Kombination von spektroskopischen Techniken und chemischem Wissen zur Strukturaufklärung unbekannter Stoffe:</b> Welche Technik für welche Fragestellung? Welche spektrale Information ist hinreichend für die Identifizierung einer Struktureigenschaft - welche Daten sind nur Hinweise. Einsatz von Spektrendatenbanken (Praxis am PC). Problemlösungen in den Übungen.</p>
<p><b>Lehrformen</b> a) Vorlesung; b) Übung</p>
<p><b>Prüfungsformen</b> Klausur (120min.) am Semesterende</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestandene Modulklausur</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> C. Merten</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

Organische Chemie III					
Modul-Nr. 18	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	<b>Selbststudium</b> 105 h	<b>Gruppengröße</b> Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Vorkenntnisse in Organischer Chemie					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> <u>Zielsetzung:</u> Dieses Modul soll den Studierenden moderne Methoden der Organischen Synthese vermitteln. Absolventen haben ein vertieftes Verständnis auf dem Gebiet der Carbokationen-, Radikal- und Carbenchemie sowie auf den Gebieten Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Literatur zu den Themen Carbokationen, Radikale und Carbene, Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate fachlich einzuordnen.					
<b>Inhalt</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carbokationen (Thermochemie, Umlagerungsreaktionen, Nucleophile Substitution)</li> <li>2. Radikale und Radikalreaktionen (Darstellung von Radikalen, ESR-Spektroskopie, Thermochemie, Radikalreaktionen)</li> <li>3. Diradikale und Carbene (Erzeugung von Carbenen, Carbenreaktionen)</li> <li>4. Chemie der Carbanionen ( Struktur und Reaktivität von Carbanionen, Basizität, Nukleophilie)</li> <li>5. Stereochemische Konzepte (Prochiralität, Stereo- und Regioselektivität, Diastereo- und Enantioselektivität, thermodynamische und kinetische Kontrolle)</li> <li>6. Enolate (Aldolreaktion, Allylierungen, C-C Verknüpfungen über Ylide, enantioselektive Katalyse).</li> </ol>					

<b>Lehrformen</b> Vorlesung, Übungen
<b>Prüfungsformen</b> 120-minütige Klausur
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> BSc. Biochemie, BSc. Chemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> S. Huber, L. Gooßen
<b>Sonstige Informationen</b> Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium und Übungsaufgaben befinden sich auf dem Blackboard

<b>Synthese-Praktikum, Teil Life Science für Biochemiker</b>					
Modul-Nr. 19	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Einmal jährlich (nur Im WS)	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> <b>Praktikum</b>			<b>Kontaktzeit</b> 7 SWS / 105 h	<b>Selbststudium</b> 45 h	<b>Gruppengröße</b> Ca. 100 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Bestandenes Grundpraktikum in Organischer Chemie (für Biochemiker zusätzlich: Bestandenes Praktikum Bioorganische Chemie), Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte</i>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, mehrstufige organisch chemische Synthesen eigenständig durchzuführen und mechanistisch zu interpretieren.</li> <li>• besitzen Studierende die Fähigkeiten zum sicheren Umgang mit der Vakuumtechnik, Schutzgastechnik, Trocknung von Lösungsmitteln sowie der Anwendung von spektroskopischen Methoden zur Strukturaufklärung (IR-, UV-, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie) und Chromatographie.</li> <li>• sind Techniken und Fertigkeiten in ihrer Vielfalt an Hand von didaktischen und forschungsrelevanten Präparaten erworben und vertieft worden. Das F-Praktikum für Synthesechemie soll den Übergang von den erworbenen Fertigkeiten und Kenntnissen in den präparativen Grundpraktika hin zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten ermöglichen.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen,</li> <li>– Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. (NMR, IR, UV/VIS, Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Massen-spektrometrie)</li> <li>– Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik</li> <li>– Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation</li> </ul>					

– Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen
<b>Lehrformen</b> Praktikum
<b>Prüfungsformen</b> Sicherheitsgespräch am Beginn des Praktikums; Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch, Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe); Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumspräparaten
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> B.Sc. Chemie / B.Sc. Biochemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr. Lukas Goossen, Prof. Dr. Stefan Huber, Prof. Dr. Gerald Dyker, Prof. Dr. Frank Schulz, Prof. Dr. Christian Merten, Dr. Wolf Matthias Pankau, Dr. Dirk Grote, Irina Graf
<b>Sonstige Informationen</b> keine

<b>Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Physikalischen Chemie</b>					
Modul-Nr. 20	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 5. + 6. Sem.	Turnus jährlich	Dauer 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Physikalische Chemie III: Quantenmechanik und Spektroskopie b) Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS, 45 h  3 SWS, 55 h	<b>Selbststudium</b> 140 h	<b>Gruppengröße</b> 90 Studierende  30 Studierende

<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>a) Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie.</p> <p>b) Erfolgreiche Teilnahme am Physikalisch-chemischen Grundpraktikum und Physikalische Chemie III für Chemiker und Biochemiker</p>
<p><b>Lernziele (learning outcomes)</b></p> <p>a) Zielsetzung: Absolventen dieses Moduls haben die physikalischen Grundlagen verschiedener spektroskopischer Methoden und Grundkenntnisse in der Spektroskopie von Atomen und Molekülen erworben. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende spektroskopische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.</p> <p>b) Nach Ende des Praktikums soll die Studentin/ der Student</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis wichtiger experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben haben.</li> <li>- in der Lage sein, eine quantitative Genauigkeitsabschätzung für eine durchgeführte Messung zu machen.</li> <li>- in der Lage sein, ein durchgeführtes Experiment in Form eines schriftlichen Berichtes darzustellen.</li> <li>- in der Lage sein, ein ausgewähltes Thema der Physikalischen Chemie in einem mündlichen Seminarbeitrag vorzustellen.</li> </ul>
<p><b>a) Inhalt</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Experimentelle Hinweise auf Quanteneffekte</li> <li>2. Quantenmechanische Grundlagen der Spektroskopie: Wellenpakete, Operatoren, Schrödingergleichung</li> <li>3. Anwendung auf einfache QM-Systeme (freies Teilchen, Reflexion an Barriere, Tunneleffekt)</li> <li>4. Anwendung auf lokalisierte Systeme in einer Dimension: Teilchen im Kasten, Harmonischer Oszillator</li> <li>5. Verallgemeinerungen auf räumlich begrenzte Systeme: Separationsansatz, Drehimpuls, mehrdimensionales Teilchen im Kasten, H-Atom</li> <li>6. Mehrelektronensysteme, Photoelektronenspektroskopie</li> <li>7. Molekülorbitale und chemische Bindung, Born-Oppenheimer-Näherung, Elektronenkonfigurationen einfacher Moleküle, Termschema</li> <li>8. Rotations- und Schwingungsspektren einfacher Moleküle, Absorptions- und Ramanspektroskopie</li> <li>9. Elektronische Anregung, Fluoreszenz und Phosphoreszenz.</li> </ol> <p><b>b) Praktische Inhalte</b></p> <p>Laser-induzierte Fluoreszenz-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Elektronenbeugung (LEED), Oberflächen-Plasmonenresonanz-Spektroskopie, Gitterenergie von Argon, Mehrschichten-Adsorption BET, Dipolmoment, Laser-Mikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Protein-Wechselwirkungen, Teilchen im Kasten.</p>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>a) Vorlesung, Übung</p> <p>b) Praktikum, Seminar</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Schriftliche Abschlussklausur von 120 min</p>



b) Eingangskolloquium zu jedem Versuch, Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch, erfolgreiche Darstellung eines Themas in einem Seminarvortrag.
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen der Klausur.
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Nach CP gewichtet.
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Dozenten der Physikalischen Chemie
<b>Sonstige Informationen</b> Im elektronischen Lernsystem der RUB werden ein Skript und zusätzliche Lehrmaterialien angeboten. Diese Vorlesung ist in Kombination mit dem Physikalisch-Chemischen Fortgeschrittenenpraktikum Zulassungsvoraussetzung für den Studiengang Master of Science in Chemistry der Fakultät.

<b>Fortgeschrittene Theorie und Praxis der Biochemie</b>					
Modul-Nr. 21	Credits 15 CP	Workload 450 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) Biochemie III (184500)			a) 32 h	a) 88 h	ca. 50 Teilnehmer
b) Bioethik (184503)			b) 15 h	b) 45 h	
c) Molekularbiologisches Praktikum (184504)			c) 64 h	c) 56 h	
d) Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene (184501, 184502)			d) 96 h	d) 54 h	

**Teilnahmevoraussetzungen:**

- a) keine
- b) keine
- c) bestandene Praktika Biochemische Arbeitstechniken (184322) und Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)
- d) bestandene Praktika Biochemische Arbeitstechniken (184322) und Molekularbiologische Arbeitstechniken (184403)

**Lernziele**

- a) Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über die für eukaryotische Zellen spezifischen komplexen Regulationsvorgänge, die bei der Expression genetischer Information vom Chromosom bis zur mRNA eine Rolle spielen. Des Weiteren werden die Regulationsmechanismen der Adressierung von Proteinen innerhalb der Zelle, die Zellzyklusregulation sowie die molekularen Grundlagen der Immunabwehr vermittelt. Zusätzlich werden die Teilnehmer in die Wissenschaftssprache englisch eingeführt, durch Benutzung der englischen Sprache bei gleichzeitiger Verwendung von deutschsprachigen Folien.  
Nach Abschluss der Vorlesung haben die Teilnehmer einen Überblick über die Regulationsmechanismen in Eukaryoten und ein Verständnis englischsprachiger Grundbegriffe der Biochemie.
- b) Im Seminar lernen die Teilnehmer aktuelle bioethische Probleme kennen und erarbeiten Lösungsstrategien.  
Nach Abschluss des Seminars können die Teilnehmer die erworbenen Grundkenntnisse über die Eigenart normativer Fragestellungen anwenden sowie aktuelle ethische Fragestellungen einschätzen und analysieren.
- c) Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende molekularbiologische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig molekularbiologische Versuche durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.
- d) In der kombinierten Seminar- und Praktikumsveranstaltung lernen die Teilnehmer, selbständig einen Vortrag zu einem vorgegebenen Thema vorzubereiten vorzutragen und kritisch zu diskutieren. Die Themen orientieren sich dabei an den Arbeitsschwerpunkten der beteiligten Dozenten. Die Teilnehmer lernen darüber hinaus die Forschungsgebiete und aktuellen Forschungsmethoden sowie die spezielle Ausstattung der verschiedenen Arbeitsgruppen innerhalb der Lehreinheit Biochemie kennen.  
Nach Abschluss der Veranstaltung haben die Teilnehmer die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Diskurs erworben. Außerdem haben sie einen Überblick über aktuelle Forschungsansätze und experimentelle Methoden in den Arbeitsgruppen der Biochemie erhalten, die Ihnen eine fundierte Entscheidung über die Ausrichtung ihrer im darauffolgenden Semester anstehenden Bachelorarbeit ermöglicht.

**Inhalt**

- a) Die Vorlesung beschäftigt sich mit den komplexen Regulationsmechanismen in Eukaryoten:
  - Aufbau eukaryotischer Zellen: Unterschiede zu Prokaryoten, Organellen
  - Chromosomenaufbau: Polytänie, Nukleosomen, Chromatinstruktur
  - Replikation bei Eukaryonten: Mechanismus, DNA-Polymerasen, DNA-Topologie, Topoisomerasen, Telomerase
  - Rekombinationsmechanismen: DNA-Reparatur, Heteroduplex, Holliday-Struktur, recA-Protein, Genkonversion, transgene Tiere
  - Transponierbare Elemente: Pseudogene und prozessierte Gene, Transposons, Retroposons, Hefe TY, Drosophila FB-Elemente
  - Reassoziaton von Nukleinsäuren: Stabilität von Doppelstrang-Nukleinsäuren,  $T_m$ -Wert, repetitive DNA

- Transkription bei Eukaryoten: Kernaufbau, Transport durch Kernporen, Capping, RNA-Klassen
  - RNA-Polymerase I: ribosomale RNA, Promotor, Prozessierung, Nukleolus
  - RNA-Polymerase III: Genstruktur, tRNA-Struktur, Promotorstruktur, DNA-Bindeproteine, Zinkfinger-Proteine, Leucin-Zipper, Regulation von Transkriptionsfaktoren
  - RNA-Polymerase II: Promotorstruktur, RNA-Capping, Polyadenylierung, Spleißosom, Spleißvarianten
  - Ribozyme: selbstspleißende Introns, Ribozyme, Tetrahymena, RNase, Edieren von RNA
  - Regulation der Genexpression: Transkriptionsinitiation, Enhancer/Silencer, modulare Transkriptionsfaktoren, 2-Hybrid-System, Steroidrezeptoren
  - Translokation von Proteinen: Signalthypothese, SRP, Docking-Proteine, Integration von Membranproteinen, Import in Organellen
  - Zellzyklus: Phasen des Zellzyklus, Cycline, CDKs, Regulation
  - Immunsystem: Immunzellen, Antikörperstruktur, Antikörperdiversität, T-Zellrezeptor, MHC-Moleküle
  - Komplementsystem: Komplementaktivierung, Verstärkungskaskade, MAC
- d) Das Seminar beschäftigt sich mit der Eigenart moralischer Fragestellungen, stellt unterschiedliche ethische Theorien und Prinzipien vor und behandelt rechtliche Fragestellungen sowie aktuelle Probleme der Bioethik:
- Fragen des Lebensendes am Beispiel des Hirntodkonzepts
  - ethische Probleme der Organtransplantation
  - moralischer Status von menschlichen Embryonen und Feten
  - Stammzellforschung, therapeutisches Klonen
  - Patentierung von Leben, Gerechtigkeitsfragen im Zusammenhang mit Patenten und dem Schutz geistigen Eigentums
  - Grundlagen der Tierethik
  - Sterbehilfe
- b) Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im molekularbiologischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung sowie zum Umgang mit genetisch veränderten Organismen vermittelt werden.
- Im Praktikum werden vier Versuche durchgeführt:
- *In-vitro*-Mutagenese
  - Untersuchung von Protein-Protein-Interaktionen mit dem *Yeast-Two-Hybrid*-System
  - *In-vitro*-Transkription
  - Identifizierung positiver Klone aus einer Lambda-Phagenbibliothek
- d) Die Inhalte hängen von den wechselnden Arbeitsgruppen ab, die jeweils am Praktikum beteiligt sind. Im einleitenden Seminar werden aktuelle Themen aus der Biochemie anhand des Vortrags eines Teilnehmers diskutiert sowie spezifische Fragestellungen der jeweiligen Arbeitsgruppen vom jeweiligen Dozenten vorgestellt. Anschließend werden unter aktiver Beteiligung der Teilnehmer ausgewählte Methoden und Anwendungen im Forschungslabor demonstriert.

**Lehrformen**

- a) Vorlesung
- b) Seminar
- c) Praktikum
- d) Praktikum, Seminar

**Prüfungsformen**

- a) Klausur
- b) aktive Teilnahme, Seminarvortrag
- c) Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll

d) aktive Teilnahme, Seminarvortrag
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>
a) Bestehen der Klausur
b) aktive Teilnahme, ein bestandener Seminarvortrag
c) Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle vier Versuche
d) erfolgreiche Teilnahme an Praktikum und Seminar, ein bestandener Seminarvortrag
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>
a) nach CP gewichtet (4 CP)
b) unbenotet (2 CP)
c) unbenotet (4 CP)
d) unbenotet (5 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>
a) M. Hollmann, D. Tapken
b) K. Steigleder, T. Günther-Pomorski, R. Heumann
c) R. Stoll
d) I. Dietzel-Meyer, T. Günther-Pomorski, C. Herrmann, M. Hollmann, S. Kruss, F. Schulz, R. Stoll, D. Tapken, D. Wolters
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“</b>					
<b>Modul-Nr. 22</b>	<b>Credits</b> 9 CP	<b>Workload</b> 270 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Turnus</b> nur SS	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
b) eine der Spezialvorlesungen:			a) 28 h	a) 122 h	ca. 10
i) Biochemie der Membranen und des Nervensystems (184631)			b) 60 h	b) 60 h	
ii) Ionenkanäle in Biomembranen/ Ion channels in Biomembranes (184632)					
iii) Structure, Function and Physiology of Nicotinic Acetylcholine Receptors (184633)					
c) Spezialpraktikum					

**Teilnahmevoraussetzungen:**

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
- b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“ angehören.

**Lernziele**

- a)
  - i) In der Spezialvorlesung „Biochemie der Membranen und des Nervensystems“ werden vertiefende Grundlagen zu den Themen wie Membranen und des Nervensystems vermittelt zusammen mit einem Ausblick zur aktuellen Forschung.
  - ii) Nach Absolvierung der Vorlesung „Ionenkanäle in Biomembranen“ verfügen die Studierenden über ein grundlegendes Verständnis der molekularen Mechanismen der Informationsverarbeitung und Regulation schneller Reaktionen in Biosystemen. Die Studierenden werden in Struktur, Funktion und Regulation der wichtigsten Membranproteine eingeführt, die an der Erzeugung und Verarbeitung von elektrischen Signalen in Rezeptoren, Nerven- und Muskelzellen sowie deren synaptischen Verbindungen beteiligt sind.
  - iii) Die Spezialvorlesung „Structure, Function and Physiology of Nicotinic Acetylcholine Receptors“ beschäftigt sich mit der Struktur, Funktion und Physiologie nikotinischer Acetylcholinrezeptoren von der Grundlagenforschung bis zur industriellen Wirkstoffentwicklung.
- b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

**Inhalt**

- a)
  - i) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
    - Zellen des Nervensystems
    - Struktur und Funktion von neuronalen Synapsen
    - Elektrische Eigenschaften von Neuronen
    - Bildung und Recycling von presynaptischen Vesikeln
    - Motorproteine und vesikulärer Transport
    - Neurodegenerative Erkrankungen – Parkinson'sche Krankheit
    - Lipid-Signaling in neuronalen Zellen
    - Glukose-Metabolismus in neuronalen Zellen
    - Entwicklung des Nervensystems
    - Lernen und Gedächtnis
    - Fortschrittliche Lichtmikroskopie für die Neurowissenschaften
  - ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen:
    - Ruhemembranpotential, Struktur und Funktion der Natrium-Kalium-ATPase
    - Konstitutiv öffnende K<sup>+</sup>-Kanäle
    - Länge und Zeitkonstante
    - Aufnahmetechniken
    - Spannungsaktivierte Ionenkanäle – Na<sup>+</sup>-Kanäle
    - Verzögerte gleichrichtende Kalium-Kanäle und das Hodgkin Huxley Model
    - Diversität der Kalium-Kanäle und verschiedene Wellenformen von Aktionspotentialen
    - Spannungsaktivierte Ca<sup>2+</sup>-Kanäle
    - Elektrische Synapsen
    - Chemische Synapsen und Ca<sup>2+</sup>-abhängige Freisetzung
    - Postsynaptische Ströme und die neuromuskuläre Synapse
    - Ionotrope Rezeptoren

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabotrope Rezeptoren</li> <li>• Aktionspotentiale im Herzen und des sympathischen Nervensystems</li> <li>• Photorezeptoren und Weiterleitung visueller Informationen ins Gehirn</li> <li>• Mechanorezeptoren und Informationsübertragung ins Gehirn</li> <li>• Haarzellen und Wahrnehmung von Geräuschen</li> <li>• Wie werden die Konzentrationen von extrazellulären Elektrolyten konstant gehalten – Niere und Aquaporine</li> <li>• Regulation der extrazellulären Ca<sup>2+</sup>-Konzentration</li> </ul> <p>iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Acetylcholinrezeptorforschung</li> <li>• Acetylcholinrezeptoren aus dem elektrischen Organ von <i>Torpedo</i></li> <li>• Funktionelle Eigenschaften nikotinischer Acetylcholinrezeptoren an der neuromuskulären Endplatte und elektrophysiologische Methoden zu ihrer Untersuchung</li> <li>• Klonierung und Sequenzanalyse nikotinischer Acetylcholinrezeptoren</li> <li>• Expression klonierter nikotinischer Acetylcholinrezeptoren in heterologen Systemen, insbesondere in <i>Xenopus</i>-Oozyten.</li> <li>• Nikotinische Acetylcholinrezeptoren im zentralen und peripheren Nervensystem</li> <li>• Pharmakologie nikotinischer Acetylcholinrezeptoren</li> <li>• Struktur nikotinischer Acetylcholinrezeptoren, insbesondere der Agonistenbindestelle, Bindung kompetitiver Liganden</li> <li>• Liganden nikotinischer Acetylcholinrezeptoren als Medikamente und im Pflanzenschutz – ein Beispiel für moderne Aspekte der Wirkstoffentwicklung</li> <li>• Mutationen und Knockout von nikotinischen Acetylcholinrezeptoren</li> </ul> <p>a) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.</p>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul</p> <p>b) Praktikum</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Klausur</p> <p>b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>a) Bestehen der Klausur</p> <p>b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b></p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b></p> <p>a) nach CP gewichtet (5 CP)</p> <p>b) nach CP gewichtet (4 CP)</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>T. Günther-Pomorski, I. Dietzel-Meyer, S. Neumann, M. Hollmann, D. Tapken, C. Methfessel, A. Faissner, E. Förster, N. Freund, O. Güntürkün, S. Herlitze, A. Reiner, C. Theiss, D. Wolters, D. Manahan-Vaughan</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biomolekulare Chemie“</b>					
Modul-Nr. 23	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) eine der Spezialvorlesungen: i) Biophysikalische Chemie I (184611) ii) Medicinal Inorganic Chemistry (181013) iii) Concepts of Spectroscopy (188252) b) Spezialpraktikum			a) 28 h b) 60 h	a) 122 h b) 60 h	ca. 10
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biomolekulare Chemie“ angehören.					
<b>Lernziele</b>					
a) <ol style="list-style-type: none"> <li>i) In der Vorlesung „Biophysikalische Chemie I“ werden vertiefende Grundlagen zu experimentellen Methoden zur Strukturaufklärung vermittelt, mit Beispielen für deren Anwendung auf biologische Makromoleküle.</li> <li>ii) Ziel der Vorlesung „Medicinal Inorganic Chemistry“ ist es, ein weiterführendes Verständnis der Rolle von Metallionen sowie von Metallionen-basierten Wirkstoffen in biomolekularen Systemen zu erlangen.</li> <li>iii) Nach Absolvierung der Vorlesung „Concepts of Spectroscopy“ verfügen die Studierenden über ein tiefgehendes Verständnis moderner spektroskopischer Methoden zur Aufklärung der Struktur, Wechselwirkungen, und Dynamik von Biomolekülen in verschiedenen Umgebungen.</li> </ol> b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.					
<b>Inhalt</b>					
a) <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Die Vorlesung beschäftigt sich mit:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inter- und intramolekularen Wechselwirkungen</li> <li>• Proteinstruktur: Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</li> <li>• Strukturelle Dynamik von Biomolekülen</li> <li>• Spektroskopiemethoden: FRET, CD, Schwingungsspektroskopie</li> <li>• Streumethoden</li> <li>• Mikroskopiemethoden</li> </ul> </li> <li>ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte der Wirkstoffentwicklung</li> <li>• Zelluläre Metallionen-Homöostase</li> <li>• Toxizität</li> <li>• Synthese, Eigenschaften, und Wirkmechanismen von „Metalldrugs“, z.B. in der Krebstherapie, als Antibiotika, und in neurodegenerativen Erkrankungen</li> </ul> </li> <li>iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Strahlung im Vakuum und in Materie</li> <li>• Laserspektroskopische Methoden in verschiedenen Frequenzbereichen (von THz bis VUV)</li> </ul> </li> </ol>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare und nicht-lineare Spektroskopietechniken, Raman, SERS, Ellipsometrie, SFG, SHG, zeitaufgelöste Spektroskopie</li> <li>• Spektroskopie in verschiedene Umgebungen (Molekularstrahl, Edelgasmatrizen, Flüssigphase, Grenzflächen)</li> <li>• Nichtlineare Mikroskopie</li> <li>• Konfokale Mikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, super-resolution, multi-Photon, Scanning Methoden</li> </ul> <p>b) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.</p>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul</p> <p>b) Praktikum</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Klausur</p> <p>b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>a) Bestehen der Klausur</p> <p>b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b></p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b></p> <p>a) nach CP gewichtet (5 CP)</p> <p>b) nach CP gewichtet (4 CP)</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>M. Havenith, C. Herrmann, S. Huber, S. Kruss, D. Marx, N. Metzler-Nolte, P. Petersen, A. Rosenhahn, L. Schäfer, W. Schuhmann</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches „Proteine in der Biomedizin“</b>					
Modul-Nr. 24	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
<p>a) Spezialvorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ (184651)</p> <p>b) Spezialpraktikum „Current Methods“</p>			<p>a) 28 h</p> <p>b) 60 h</p>	<p>a) 122 h</p> <p>b) 60 h</p>	<p>ca. 10</p>



**Teilnahmevoraussetzungen:**

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
- b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Proteine in der Biomedizin“ angehören.

**Lernziele**

- a) In der Spezialvorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ werden vertiefende Grundlagen zu den wichtigsten Themen der Strukturbiologie und Biospektroskopie sowie Massenspektrometrie vermittelt. Sie dient zur Wiederholung und Vertiefung von Inhalten, die zum Verständnis der aufbauenden Vorlesung zur Signaltransduktion und Energiewandlung beitragen
- b) Das Praktikum „Current Methods“ dient der praktischen Vertiefung der Inhalte aus der methodischen Vorlesung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ und ist eng daran gekoppelt.

**Inhalt**

- a) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
  - Cloning and Cell Biological Methods
  - Protein Expression in *Escherichia coli* and *Pichia pastoris*
  - Protein Folding
  - Separation of Proteins and Peptides
  - Protein Purification and Quantification
  - Bioinformatic Methods of Protein Modelling – Use of Artificial Intelligence
  - Introduction to Protein Structure Determination I – NMR
  - Introduction to Protein Structure Determination II - X-ray
  - Mass Spectrometry of Proteins
  - Bioinformatic Methods in Proteomics
  - Introduction to UV/Vis-, Raman- and FTIR-Spectroscopy
  - Spatio-temporally Resolved Fluorescence Spectroscopy
  - Biophotonics and Spectral Histopathology
  - Bioinformatic Analysis of Spatially Resolved Spectral Data
- b) Das Spezialpraktikum wird von den Dozenten des Schwerpunkts betreut, die die Vorlesungen der Spezialveranstaltung „Current Methods of Protein Biochemistry and Structural Biology – Expression, Purification and Structural Analysis of Proteins“ halten. Die Standardversuche umfassen die Themen
  - Isolierung, Charakterisierung und funktionelle Rekonstitution von bR
  - Modelling von Proteinen
  - UV/Vis-Spektroskopie
  - Röntgenstrukturaufklärung
  - FTIR-Spektroskopie
  - NMR-Spektroskopie
  - Massenspektrometrie
  - Proteindatenbanken

**Lehrformen**

- a) Vorlesung
- b) Praktikum

**Prüfungsformen**

- a) Klausur
- b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Akzeptanz der Versuchsprotokolle inkl. kritischer Diskussion

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten**

- a) Bestehen der Klausur

b) Regelmäßige Teilnahme und erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls
<b>Verwendung des Moduls:</b> Standardmäßig für BSc Biochemie, auch angeboten für MSc Biochemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> a) nach CP gewichtet (5 CP) b) nach CP gewichtet (4 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> M. Lübben E. Hofmann, I. Vetter, R. Stoll, T. Rudack, K. Barkovits, S. Rozanova, K. Gerwert, C. Kötting, A. Mosig, F. Großerüschkamp, K. Marcus
<b>Sonstige Informationen</b> Die Vorlesungs-CPs können auch ohne Praktikumsteilnahme erworben werden. Die Praktikums-CPs werden nur bei erfolgreicher Vorlesungsteilnahme vergeben.

<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches „Molekulare Medizin“</b>					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
25	9 CP	270 h	6. Sem.	nur SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
a) eine der Spezialvorlesungen:			a) 28 h	a) 122 h	ca. 10
i) Molekulare Regulation und Pharmakologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems (209815)			b) 60 h	b) 60 h	
ii) Virologie für Wissenschaftler (209040)					
iii) Molekulare Onkologie (209816)					
iv) Molekulare Immunologie (209805)					
v) Molekulare Chirurgie und Orthopädie					
vi) Ringvorlesung Molekulare Medizin (200030)					
b) Spezialpraktikum					

**Teilnahmevoraussetzungen:**

- a) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen
- b) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Molekulare Medizin“ angehören.

**Lernziele**

- a)
  - i) In der Spezialvorlesung „Molekulare Regulation und Pharmakologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems“ werden Grundlagen zu den Themen wie Physiologie und Pathophysiologie des kardiovaskulären sowie des pulmonalen Systems vermittelt.
  - ii) In der Spezialvorlesung „Molekulare Virologie“ werden Grundlagen zu wichtigen humanpathogenen Viren sowie deren Biologie vermittelt.
  - iii) In der Spezialvorlesung „Molekulare Onkologie“ werden zelluläre und molekulargenetische Grundlagen der Krebsentstehung und -behandlung vermittelt.
  - iv) In der Spezialvorlesung „Molekulare Immunologie“ werden die grundlegenden Funktionseinheiten des humanen Immunsystems, Erkrankungen des Immunsystems sowie deren Behandlung vermittelt.
  - v) In der Spezialvorlesung „Molekulare Chirurgie und Orthopädie“ wird ein vertieftes Verständnis von Biomaterialien, deren Herstellung und Einsatz in der Therapie vermittelt.
  - vi) Die Ringvorlesung Molekulare Medizin vermittelt die aktuellen Forschungsthemen der beteiligten Abteilungen innerhalb der Molekularen Medizin
- b) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

**Inhalt**

- a)
  - i) Die Spezialvorlesung beschäftigt sich mit:
    - Physiologie und Pathophysiologie des Herz-Kreislauf- und Lungensystems
    - Herz und glatte Muskulatur
    - Muskel: Mechanismen der Kontraktion und Kontraktionsregulation
    - Sympathisches und parasympathisches Nervensystem
    - Pharmakodynamik und Kinetik
    - Herzkrankheit
  - ii) Die Spezialvorlesung behandelt folgende Themen:
    - Virusstruktur, Pathogenese, Arbeitsweise, klinische Diagnostik
    - Atemwegsinfektionen (Influenza, RSV, Adenovirus)
    - Herpesviren, virale Immune-Escape-Strategien
    - Virushepatitiden
    - Ökologie und Evolution von Viren
    - Darminfektionen (Rotavirus, Adenovirus, Calicivirus, Norwalk)
    - Viruserkrankungen bei Kindern
    - Virale Onkogenese
    - Virale Zoonosen, hämorrhagische Viren
    - HIV
    - Prionen und die Sicherheit von Blutprodukten
  - iii) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:
    - Onkogene und Tumorsuppressorgene
    - genetische Tumorprogressionsmodelle, chromosomale Instabilität
    - Regulation des Zellzyklus, Apoptose
    - Angiogenese, Invasion und Metastasierung
    - wichtige monogen erbliche Tumorsyndrome
    - Diagnose, Therapieprinzipien, Prävention

<p>iv) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Funktionsweise des Immunsystems</li> <li>• Mechanismen der angeborenen Immunität</li> <li>• Antigen-Präsentation</li> <li>• Funktion des adaptiven Immunsystems: T-Zellen</li> <li>• Funktionsweise des adaptiven Immunsystems: B-Zellen und Antikörper</li> <li>• Komplementsystem</li> <li>• Immunpathologien: Autoimmunität, immunologische Methoden, Infektionsimmunologie</li> <li>• Manipulation der Immunantwort als therapeutische Strategie</li> <li>• Immunpathologien: Allergie, Signaltransduktion in Immunzellen</li> </ul> <p>v) Die Spezialvorlesung thematisiert folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinische Notwendigkeit von Biomaterialien</li> <li>• Physikochemische Eigenschaften von Biomaterialien</li> <li>• Biokompatibilität – Reparatur versus Restitutio ad integrum</li> <li>• Hämkompatible Biomaterialien für Gefäßprothesen oder Stents</li> <li>• Immunmodulierende Biomaterialien für die Wundheilung</li> <li>• Molekulare Grundlagen der Fremdkörperreaktion</li> <li>• Aseptische und septische Endoprothesenlockerung</li> <li>• Biomaterialien für die personalisierte Organzüchtung</li> </ul> <p>vi) Ziel der Ringvorlesung ist es, den Studierenden einen Einblick in aktuelle Forschungsprojekte zu folgenden Schwerpunkten zu geben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Pharmakologie</li> <li>• Molekulare Virologie</li> <li>• Molekulare Onkologie</li> <li>• Molekulare Immunologie</li> <li>• Molekulare Chirurgie/Orthopädie</li> </ul> <p>b) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.</p>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>a) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul</p> <p>b) Praktikum</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>a) Klausur</p> <p>b) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>a) Bestehen der Klausur</p> <p>b) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls</p>
<p><b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b></p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b></p> <p>a) nach CP gewichtet (5 CP)</p> <p>b) nach CP gewichtet (4 CP)</p>
<p><b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>S. Hahn, N. Hamdani, E. Steinmann, I. Schmitz, J. Salber, R Erdmann, J. Tatzelt, L. Leichert, K. Winkelhofer, D. Wenzel, S. Pfänder, H. Nguyen, A. Tannapfel, G. Johnen, D. Weber, P. Rihs, S. Mühlen, M Raulf, M Peters, G Westphal, D. Bausch, T. Brüning, K. Lang,</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Theorie und Praxis des Wahlfaches „Biochemie der Stammzellen“</b>					
Modul-Nr. 26	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 5./6. Sem.	Turnus nur SS oder nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
b) Spezialvorlesung			c) 28 h	c) 122 h	ca. 10
i) Tissue Engineering (203003) (nur SS)			d) 60 h	d) 60 h	
ii) Molecular Genetic Methods (203002) (nur SS)					
iii) Stem Cell Physiology (203010) (nur WS)					
c) Spezialpraktikum					

**Teilnahmevoraussetzungen:**

- c) Vorkenntnisse aus den Biochemievorlesungen und Vorkenntnisse in molekularer Zellbiologie  
 d) Studierende sollen dem Schwerpunkt „Biochemie der Stammzellen“ angehören.

**Lernziele**

b)

i) Knowledge:

Students have learned the macroscopic and microscopic anatomy and function of organ systems, cell-based therapies and gene therapies for tissue-specific replacement.

Skills:

Students can apply principles of tissue culture and of “Good manufacturing practice” (GMP), which will be taught theoretically as a general preparation for practical modules.

Competencies:

Students are capable of developing approaches for solving tissue-specific problems of tissue reconstitution and have the ability to integrate different disciplines to this purpose.

ii) Knowledge:

Students have learned: Cloning (Enzymes, Prokaryotic vector systems, cDNA, Ligation / Recombination techniques), Gene expression / Protein analysis, Sequencing / Epigenetic analysis, Gene transfer and expression (Eukaryotic vector systems), Gene targeting, Genome editing, Transgenic animals

Skills:

Students have acquired skills in gene and genome analysis, skills in cloning of gene constructs, cell and animal manipulation, protein expression

Competencies:

Students have acquired concepts and strategies for gene and genome analysis and manipulation according to experimental requirements.

iii) Knowledge:

Students can describe the principles and chronology of vertebrate development and stem cell types

Skills:

Students have understood and are able to explain basic processes of development. They can summarize and interpret developmental and stem cell related primary literature. Students can interpret basic and advanced problems in stem cell biology and relate morphological data.

Competencies:

Students can integrate and evaluate relevant stem cell-related textbook knowledge and research data at the morphological, developmental and molecular level.

They can design and adequately present advanced level Power-Point based talks, relate them to background knowledge and critically discuss new data. They are capable of communicating in a scientific context in front of an international audience.

- c) Im Rahmen des Spezialpraktikums sollen die Studierenden unter Anleitung eine experimentelle Arbeit zu einem aktuellen Thema durchführen und auswerten. Die Studierenden erhalten dabei eine Einweisung in ausgewählte moderne Methoden des Schwerpunktes.

**Inhalt**

a)

i)

- Morphogenesis and Tissue Engineering
- Biomaterials in Tissue Engineering
- Stem cells for toxicological and pharmacological assays
- Gene Transfer and Gene Therapy
- Generation of iPS

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tissue Engineering using Adult Stem Cells (HSC/MSC/NSC)</li> <li>• Tissue Engineering using Pluripotent Stem Cells (ES/iPS)</li> <li>• Cardiovascular Cell Engineering</li> <li>• Hematopoietic Cell Engineering</li> <li>• Isolation of mesenchymal stem cells from bone marrow aspirate/adipose tissue</li> <li>• Musculoskeletal Cell Engineering</li> <li>• Neural Cell Engineering</li> </ul> <p>ii)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essentials of cloning in prokaryotic vector systems: DNA restriction by natural and by artificial, custom-made enzymes, modification systems</li> <li>• Prokaryotic vector systems, selection modes, cDNA synthesis, ligation, recombination site associated exchange of gene cassettes</li> <li>• Gene expression in <i>E. coli</i>, protein analysis</li> <li>• State of the art sequencing techniques, epigenetic genome analysis</li> <li>• In vitro, in vivo mutagenesis</li> <li>• Gene transfer and expression (eukaryotic vector systems, viral, non-viral, episomal expression vectors)</li> <li>• Gene targeting, RNA interference (HR, shRNAs, nucleases), genome editing (CRISPR/Cas9)</li> <li>• Transgenic animals (constitutive, conditional, inducible mice)</li> <li>• RNA methods (modification, mRNA transfer, miRNAs)</li> </ul> <p>iii)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cell cycle control and its implications for stem cell biology</li> <li>• Principles of vertebrate development</li> <li>• Gametogenesis and fertilization</li> <li>• Early development: cleavage, blastocyst, gastrulation</li> <li>• The three germ layers: ectoderm, mesoderm, endoderm and their derivatives</li> <li>• Species-specific aspects of development</li> <li>• Stem cell classification:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hematopoietic stem cells</li> <li>– Mesenchymal stem cells, mesangioblasts</li> <li>– Embryonic stem cells</li> <li>– Fetal stem cells</li> <li>– Adult stem cells</li> <li>– Induced pluripotent stem cells</li> <li>– Stem cells in invertebrates</li> </ul> </li> <li>• Reproductive medicine</li> </ul> <p>c) Das Spezialpraktikum wird von einem Dozenten des Schwerpunkts betreut, dabei richten sich die Inhalte nach dessen Forschungsschwerpunkten.</p>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>c) Vorlesung und begleitendes e-Learning-Modul</p> <p>d) Praktikum</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>c) dff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Mündliche Prüfung mit zwei Prüfern (Prof. Brand-Saberi und Zähres)</li> <li>ii) Schriftliche Freitext-Klausur</li> <li>iii) Multiple-Choice-Klausur</li> </ul> <p>d) Eingangskolloquium zum Versuch, Begleitung bei der praktischen Bearbeitung, Besprechung der Versuchsprotokolle</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b></p> <p>c) Bestehen der mündlichen Prüfung/Klausur</p>

d) Erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> c) nach CP gewichtet (5 CP) d) nach CP gewichtet (4 CP)
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> i) H. Zähres (coordinator) Behr, Böing, Börger, Giebel, Ott, Jacobsen, Kindler, Klump, Zähres ii) H. Zähres iii) B. Brand-Saberi
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Wahlpraktikum Biochemie</b>					
Modul-Nr. 27	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Wahlpraktikum Biochemie (184506)			<b>Kontaktzeit</b> 90 h	<b>Selbststudium</b> 60 h	<b>Gruppengröße</b> maximal 12 Teilnehmer
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine, wenn jedoch mehr Studierende teilnehmen möchten als es Plätze gibt, entscheidet die Durchschnittsnote aus den Noten von folgenden Klausuren zu den Vorlesungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemie I (184320)</li> <li>• Biochemie II (184400) und</li> <li>• Molekulargenetische Methoden in der Biochemie (184404)</li> </ul>					
<b>Lernziele</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls haben die Teilnehmer gelernt, aus einem Angebot verschiedener Versuche sechs auszuwählen, um Einblicke zu erhalten, wie aktuelle Forschungsfragen in Bereichen wie der Medizin, der Biologie und der Biochemie mit modernen Techniken bearbeitet werden. Es handelt sich um ein Praktikum mit einem sehr hohen forschungsnahen Bezug und wendet sich an fortgeschrittene Studierende. Nach dem Abschluss dieses Moduls verstehen die Teilnehmer, wie aktuelle Forschungsfragen mit modernen Methoden bearbeitet werden.					
<b>Inhalt</b> Das Wahlpraktikum Biochemie bietet Versuche zu folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der massenspektrometrie-basierten Proteomik</li> <li>• Grüne und lösungsmittelfreie Modifikation von Aminosäuren mittels Mechanochemie</li> <li>• Fluoreszenzmikroskopie</li> <li>• Gentechnisch manipulierte Nager zur Untersuchung affektiver Störungen</li> <li>• Funktionelle Rekonstitution einer H<sup>+</sup>-ATPase in artifiziellen Membranen</li> <li>• Mikrokolorimetrie angewendet für die Charakterisierung der Proteinfaltung und Wechselwirkungsthermodynamik</li> <li>• Methoden der Zellkultur und konfokale Mikroskopie</li> <li>• Affinitätsaufreinigung von Glutamatrezeptoren aus <i>Xenopus-laevis</i>-Oozyten mit anschließendem Western Blot</li> <li>• Herstellung und Anwendung eines fluoreszenten Biosensors für den Neurotransmitter Dopamin</li> <li>• Einführung in SARS-CoV-2-Diagnostikmethoden</li> <li>• Methoden zur Untersuchung der Ionenkanalaktivität</li> <li>• Oxidoreduktasen in der Biokatalyse: Methoden der Enzymanwendung und der Reaktionsüberwachung</li> </ul>					



<b>Lehrformen</b> Praktikum
<b>Prüfungsformen</b> Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll oder alternativ Vortrag oder Poster
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls (bzw. Vortrag oder Poster) für jeweils alle sechs Versuche
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> keine
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> unbenotet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> T. Günther-Pomorski, S. Neumann, B. Justesen, S. Baginsky, L. Borchardt, I. Dietzel-Meyer, N. Freund, C. Herrmann, M. Hollmann, D. Tapken, R. Trippe, S. Kruss, S. Pfänder, A. Reiner, D. Tischler
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Fortgeschritten Theorie und Praxis der Analytischen Chemie</b>					
Modul-Nr. 28	Credits 9 CP	Workload 120 h	Semester 5./6. Sem.	Turnus WS/SoS	Dauer 2 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung Instrumentelle Analytik II b) Analytisch-chemisches F-Praktikum			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS / 39 h 5 SWS / 35 h	<b>Selbststudium</b> 105 h 85 h	<b>Gruppengröße</b> 60 Studierende
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> a) keine b) <i>Leistungsnachweise „Instrumentelle Analytik und II“</i>					
<b>Lernziele (learning outcomes)</b> <u>Zielsetzung:</u> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis über die Praxis sowie die möglichen analytischen Anwendungsbereiche wichtiger Methoden der Oberflächenanalytik, Elektroanalytik und Sensorik besitzen. Er/sie soll in der Lage sein, experimentelle Ergebnisse für die einzelnen Methoden auszuwerten und kritisch zu beurteilen.  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich der modernen instrumentellen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie fundierte Kenntnisse in der Auswertung und Bewertung von Analysemethoden.					
<b>Inhalt</b> a) Die Vorlesung behandelt folgende instrumentellen analytische Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Oberflächenanalytik: Reflektion an Oberflächen, Spektroskopische Ellipsometrie, Röntgen- und Neutronenreflektometrie, Röntgen- und Neutronenreflektometrie, ATR-FTIR.</li> <li>– Elektroanalytik: Cyclische Voltammetrie, Differenz-Puls-Voltammetrie, Stripping-Voltammetrie</li> <li>– Bioanalytik: Immunoassays, Enzymatische Analytik</li> <li>– Sensorik: Ionenselektive Elektroden, Chemische Sensoren, Biosensoren</li> </ul> b) Folgende Methoden werden im Praktikum vorgestellt: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analytische Trennverfahren: Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC)</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Molekülspektroskopie und Strukturanalytik: Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), Kernspinresonanzspektroskopie (NMR), Massenspektrometrie, Oberflächenplasmonenresonanzspektroskopie (SPR)</li> <li>– Elektroanalytik: Zyklische Voltammetrie (CV), Elektrochemische Quarzkristallmikrowaage (EQCM)</li> </ul>
<b>Lehrformen</b> <i>i) Vorlesung; ii) Übung; iii) e-learning Module im Moodle, iv) Praktikum</i>
<b>Prüfungsformen</b> <i>a) schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min b) Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.</i>
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> <i>a) Bestehen der Klausur, b) erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumsaufgaben.</i>
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> <i>BSc. Chemie</i>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Bachelorarbeit in Biochemie</b>					
Modul-Nr. 29	Credits 12 CP	Workload 360 h	Semester 6. Sem.	Turnus	Dauer 3 Monate
<b>Lehrveranstaltungen</b> Bachelorarbeit in Biochemie			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Gruppengröße</b>
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Nachweis von 120 CP für Prüfungs- und Studienleistungen im Teil 1 des Bachelorstudiums					
<b>Lernziele</b> Die Bachelorarbeit ist eine schriftliche Hausarbeit, die auf praktischer experimenteller Tätigkeit aufbaut. Sie soll zeigen, dass der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist einen wissenschaftlichen Befund zu erheben, darzustellen und auszuwerten und ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika.					
<b>Inhalt</b> Die Bachelorarbeit muss zu einer Veranstaltung des Teils 2 des B.-Sc.-Studiums (5./6. Semester) angefertigt werden. Bachelorarbeiten müssen zu einem Themenbereich aus einem der folgenden Praktika angefertigt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesepraktikum, Teil Life Science</li> <li>• Physikalisch-chemisches F-Praktikum,</li> <li>• Laborpraktikum Biochemie für Fortgeschrittene</li> <li>• Molekularbiologisches Praktikum</li> <li>• Praktikum zur Spezialvorlesung</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Labortätigkeit</li> <li>• schriftliche Hausarbeit</li> </ul>					
<b>Prüfungsformen</b> Bewertung der Bachelorarbeit durch zwei Gutachter					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					

Bewertung durch die zwei Gutachter mit „ausreichend“ oder besser
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> nach CP gewichtet
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• jedes hauptamtlich im Bachelorstudiengang Biochemie in der Lehre tätige professorale oder habilitierte Mitglied der Ruhr-Universität</li><li>• jeder hauptamtlich im Bachelorstudiengang Biochemie in der Lehre tätige wissenschaftliche Mitarbeiter im Einvernehmen mit dem zuständigen Lehrstuhlleiter</li></ul>
<b>Sonstige Informationen</b>