

**Modulhandbuch**  
**Master of Science Chemie**

**Inhalt / Module**

Modulbeschreibungen .....	3
Schwerpunkt 1 „Angewandte Analytische Chemie“ .....	3
1.1 Angewandte Analytische Chemie .....	3
1.2 Instrumentelle Spurenanalytik I.....	5
1.3 Instrumentelle Spurenanalytik II.....	7
1.4 Radiochemische Analyse.....	9
Schwerpunkt 2 „Kernchemie“ .....	10
2.1 Einführung in die Kernchemie.....	10
2.2 Kernchemisches Praktikum 1 .....	12
2.3 Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie.....	13
2.4 Chemie und Physik der Actinide und Transactinide.....	14
2.5 Radiopharmazeutische Chemie .....	15
2.6 Reaktorpraktikum .....	16
Schwerpunkt 3 „Makromolekulare Chemie“ .....	17
3.1 Moderne und Industrielle Aspekte von Polymermaterialien .....	17
3.2 Praktikum Moderne Aspekte der Makromolekularen Chemie.....	19
3.3 Kolloidchemie und Medizinisch Relevante Polymere .....	20
3.4 Komplexe (Supra)Molekulare Systeme und Biopolymere .....	21
Schwerpunkt 4 „Materie, Materialien und Methoden“ .....	22
4.1 Biophysikalische Chemie .....	22
4.2 Moderne Methoden der Physikalischen Chemie.....	23
4.3 Kondensierte Materie .....	24
4.4 Praktikum Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie.....	25
Schwerpunkt 5 „Molekulare funktionale Materialien“ .....	26
5.1 Elektronen in Molekülen.....	26
5.2 Molekulare Photochemie.....	27
5.3 Supramolekulare Katalyse.....	28
5.4 Praktikum Funktionale Molekulare Materialien .....	29
Schwerpunkt 6 „Präparative Chemie“.....	30
6.1 Aromaten / Heterocyclen.....	30
6.2 Elektrochemie .....	32
6.3 Naturstoffchemie .....	33
6.4 Integriertes Analytisch-Präparatives Praktikum .....	35
6.5 Praktikum Molekülsynthese.....	37
Schwerpunkt 7 „Theoretische Chemie und Computerchemie“ .....	38

7.1 Grundlagen der Quantenchemie .....	38
7.2 Moderne Themen der Theoretischen Chemie .....	39
7.3 Computerchemie in der Praxis .....	40
7.4 Programmieren in der Quantenchemie .....	41
Wahlpflichtmodule .....	42
WP 32 - Anorganische Festkörperchemie .....	42
WP 33 - Bioanorganische Chemie .....	43
WP 35 - Makromolekulare Chemie .....	44
WP 36 - Praktikum Makromolekulare Chemie .....	46
WP 37 - Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung .....	47
WP 38 - Stoffwechselbiochemie .....	49
WP 39 - Molekulare und Zelluläre Biochemie .....	50
WP 40 - Methoden der Biochemie .....	52
WP 41 - Biochemische Arbeitstechniken .....	54
WP 42 - Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum .....	55
Modul „WP 41 - Biochemische Arbeitstechniken“ .....	55
Pflichtmodule .....	57
43 Forschungsmodul .....	57
44 Masterarbeit .....	58
Bemerkungen .....	59
Abkürzungen .....	60

## Modulbeschreibungen

### Schwerpunkt 1 „Angewandte Analytische Chemie“

<b>Modul 1.1</b>	<b>1.1 Angewandte Analytische Chemie</b> <i>Applied Analytical Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Analytische Chemie für Fortgeschrittene“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Umweltanalytik (Environmental Analytical Chemistry)“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Methoden der Materialanalytik (Tools for Materials Analysis)“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden haben spurenanalytische Kenntnisse auf dem Gebiet der organischen Analytik und der Elementanalytik, insbesondere in den Spezialgebieten der der Atmosphärenforschung, Umwelt- und Materialanalytik erworben, können diese nach wissenschaftlichen Standards wiedergeben und können die Konzepte auf analoge Problemstellungen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, das in der Vorlesung erarbeitete Wissen in das bereits vorhandene zu integrieren und in einem größeren Zusammenhang wiederzugeben und zu evaluieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien zum Nachweis organischer und anorganischer Analyten in Spurenkonzentrationen wiederzugeben</li> <li>• die Einsatzbereiche der Analytik, wie Materialanalytik, Umweltanalytik und Atmosphärenchemie sowie forensische Analytik zu identifizieren</li> <li>• Analyseergebnisse aus chemometrischer Sicht kritisch zu hinterfragen und zu bewerten</li> <li>• Grundlagen der Qualitätssicherung wiederzugeben</li> <li>• forensische Fragestellungen zu verstehen und erhalten einen Einblick in die Grundlagen der gerichtsfesten Spurenanalyse</li> <li>• Stichworte wie Treibhausgase, Klimabeeinflussung, Spuren- und Ultraspurenanalytik, vor-Ort-Analytik, Miniaturisierung von Analyseystemen mit möglichen Analysemethoden zu verbinden</li> <li>• analytische Methoden zu bewerten und geeignete instrumentelle Methoden und Verfahren entsprechend einer gestellten spurenanalytischen Aufgabenstellung auszuwählen und zu entwickeln</li> <li>• das in analytischen Lehrbüchern sowie in internationalen Fachjournalen publizierte Sachwissen zu verstehen und dieses Material kritisch zu beurteilen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Grundlagen der Umweltanalytik (Wasser, Luft) und der Atmosphärenchemie, Ozonbildung, Ozonloch, spezielle analytische Verfahren der Atmosphärenforschung, in-situ Verfahren, Aerosolanalytik.</p> <p>b) Grundlagen der Elementmassenspektrometrie, Bedeutung der Probenvorbereitung und der Probenzuführungstechniken, Ionenquellen in der Massenspektrometrie, Interface-Design, Massenanalysatoren, Detektoren, Kalibrier- und Auswertetechniken.</p> <p>Anwendungsbeispiele massenspektrometrischer und weiterer Verfahren in der forensischen Analytik, der Umwelt- und Materialanalytik.</p>							

<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Thorsten Hoffmann
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul 1.2</b>	<b>1.2 Instrumentelle Spurenanalytik I</b> <i>Trace Analysis I</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt „Analytische Chemie für Fortgeschrittene“ oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Anorganische Spuren- und Speziesanalytik (Inorganic Trace and Species Analysis)“	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Organische Spurenanalytik (Organic Trace Analysis)“	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Aufbauend auf bereits gelernten analytischen Inhalten und Arbeitstechniken aus dem Bachelorstudium erwerben die Studierenden im Modul Instrumentelle Spurenanalytik I (Vorlesung) spezielle Fachkenntnisse im Gebiet der fortgeschrittenen instrumentellen Spurenanalytik. Die Inhalte werden in Form von zwei Vorlesungen zur Organischen Spurenanalytik und Elementaranalytik erarbeitet und vertieft. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien zur Trennung und zum Nachweis organischer und anorganischer Analyten wiederzugeben</li> <li>• wesentlichen Einsatzbereiche der Analytik, wie Umweltanalytik, technische und industrielle Analytik, Speziesanalytik, medizinische und diagnostische Analytik zu identifizieren</li> <li>• Stichworte wie Lebensmittelsicherheit oder Wasserbelastung, Dopingtests, Genanalysen oder Echtheitsnachweise mit den eingesetzten Methoden zu verbinden</li> <li>• analytische Methoden zu bewerten und geeignete instrumentelle Methoden und Verfahren entsprechend einer gestellten spurenanalytischen Aufgabenstellung auszuwählen und zu entwickeln</li> <li>• das in analytischen Lehrbüchern sowie in internationalen Fachjournalen publizierte Sachwissen zu verstehen und dieses Material kritisch zu beurteilen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Probenahme organischer Analyten, Anreicherungstechniken, Head-Space-Techniken, Gas- und Flüssigchromatographie, elektrophoretische Trennverfahren, bioanalytische Trennverfahren, Miniaturisierung von Trennverfahren, Grundlagen der organischen Massenspektrometrie, Ionisierungstechniken, massenspektrometrische Analysatoren, Angewandte Organische Spurenanalytik (Bioanalytik, Umweltanalytik, forensische Analytik)</p> <p>b) Physikalische Grundlagen der Atomspektrometrie, Atomabsorptionsspektrometrie, Mono-/Polychromatoren, Detektoren, Hochauflösende AAS, Atomemissionsspektrometrie mit Flammen und Plasmen, Probenzuführungstechniken, Bogen- und Funkenentladungen, Mikrowellenplasmen, Laserplasmen, Atom- und Röntgenfluoreszenz, Röntgenfluoreszenzanalyse, Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Nicolas. H. Bings						

<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul 1.3</b>	<b>1.3 Instrumentelle Spurenanalytik II</b> <i>Trace Analysis II</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt „Analytische Chemie für Fortgeschrittene“ oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Praktikum „Instrumentelle Spurenanalytik II (Trace Analysis II)“	FPr	2 (1)	P	4	78 h	4	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	2 (1)	P	2	39 h	2	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr, OS						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Aufbauend auf bereits gelernten analytischen Inhalten und Arbeitstechniken aus dem Bachelorstudium erwerben die Studierenden im Modul Instrumentelle Spurenanalytik II (Praktikum) spezielle Fachkenntnisse im Gebiet der fortgeschrittenen instrumentellen Spurenanalytik. Die Inhalte werden in Form eines weiterführenden Praktikums zur Organischen Spurenanalytik und Elementanalytik und eines Vortragsseminars erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert. Die Studierenden erwerben vertieftes Wissen über die aktuellen Methoden der Instrumentellen Spurenanalytik (Chromatographie, Atomspektrometrie, Molekülspektroskopie, Massenspektrometrie).</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgeschrittene analytisch-instrumentelle Arbeitstechniken anzuwenden</li> <li>• aufgenommene Messdaten statistisch zu evaluieren</li> <li>• selbstständig und eigenverantwortlich spurenanalytische Arbeiten durchzuführen</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente wissenschaftlich zu protokollieren, zu interpretieren und darzustellen</li> <li>• bei der Arbeit in Zweiergruppen einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen</li> <li>• anspruchsvolle forschungsnahe Experimente in paralleler Weise innerhalb eines Zeitfensters zu realisieren (Selbst-, Zeit- und Ressourcenmanagement)</li> <li>• aktuelle wissenschaftliche Literatur zu analysieren und zu bewerten</li> <li>• einen wissenschaftlichen Vortrag zu einem (vorgegebenen) aktuellen analytisch-chemischen Thema selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Versuche in Zweiergruppen zur Bestimmung organischer Analyten mittels GC-MS und HPLC-MS (Funktionsweise, Aufbau, Säulentypen, Ionisationstechniken, Detektoren, Analysatoren, MS/MS, Derivatisierung), mittels Ambient-MS (Aufbau und Funktionsweise entsprechender Ionenquellen, Vorteile und Nachteile, Einsatzgebiete), sowie mittels Aerosolmassenspektrometrie (AMS). Versuche in Zweiergruppen zur anorganischen Spurenanalytik anhand von Analysenproben verschiedener Matrices mittels Massen- und Emissionsspektrometrie in Verbindung mit dem induktiv gekoppelten Plasma (ICP-OES, ICP-MS) und der Röntgenspektroskopie (TXRF). Berücksichtigung verschiedener Probenvorbereitungs- /Aufschlussverfahren und Systeme des Probeneintrags.</p> <p>b) Es werden aktuelle analytisch-chemische Themen diskutiert. Zu jeweils einem dieser vorgegebenen Themen erarbeiten die Studierenden selbstständig einen wissenschaftlichen Vortrag und präsentieren diesen im Rahmen des Seminars. Dabei sind die eigenständige Recherche und Bewertung relevanter Literatur von Bedeutung.</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Instrumentelle Spurenanalytik I“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Nicolas H. Bings
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul 1.4</b>	<b>1.4 Radiochemische Analyse</b> <i>Radiochemical Analysis</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Analytische Chemie für Fortgeschrittene“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Radiochemische Analyse“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Praktische Übung begleitend zu a)	Ü	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Ü						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise der verschiedenen Detektoren für die Messung von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung und von Neutronen wiederzugeben und deren Einsatzmöglichkeiten zu vergleichen</li> <li>• für konkrete radioanalytische Fragestellungen die geeignetste Messmethode auszuwählen und ggf. mit anderen analytischen Verfahren zu kombinieren</li> <li>• gemessene <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Spektren selbständig auszuwerten und die Ergebnisse zu interpretieren</li> <li>• anzugeben, welche Informationen XPS-Spektren und XAFS-Spektren enthalten und sind in der Lage, die Messdaten in Grundzügen auszuwerten</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Messung von Kernstrahlung: Aktivität und Zählrate, gasgefüllte Detektoren (Ionisationskammer, Proportionalitätszähler, Geiger-Müller-Zähler), Szintillationsdetektoren, Halbleiterdetektoren, Neutronenzähler, Track-Detektoren, Detektoren im Strahlenschutz; statistische Betrachtungen bei Radioaktivitätsmessungen; spezielle analytische Methoden: Ultrapurenanalyse mittels Neutronenaktivierung, $\beta$ -verzögerten Neutronen und RIMS; Oberflächenanalyse mittels XPS, TOF-SIMS, Laser-SNMS; Röntgenabsorptionsspektroskopie (XANES, EXAFS) von radioaktiven Proben mittels Synchrotronstrahlung b) Übungsaufgaben vertiefen den Stoff der Vorlesung; die Studierenden erlernen die Auswertung von $\alpha$ -, $\beta$ - und $\gamma$ -Spektren mittels des Programms GENIE 2000 und von XPS- und XAFS-Spektren mittels der Programmpakete CasaXPS bzw. EXAFSPAK							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch oder Englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
Nur im Wintersemester							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), praktische Übung							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Univ.-Prof. Tobias Reich							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>							
Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiation Detection in Handbook of Nuclear Chemistry, vol. 5 (eds. A. Vertés, S. Nagy, Z. Klencsár, R.G. Lovas, and F. Rösch), Springer (2011).</li> </ul>							

## Schwerpunkt 2 „Kernchemie“

<b>Modul 2.1</b>	<b>2.1 Einführung in die Kernchemie</b> <i>Introduction to Nuclear Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ (ohne Vorkenntnisse) oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“	V	1 o. 2 (1 o. 2)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Seminar ergänzend zu a)	S	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	S						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen der Kern- und Radiochemie wiederzugeben</li> <li>• sich spezielle Themen der angewandten Kernchemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben</li> <li>• sich mit den strahlenschutztechnischen und rechtlichen Randbedingungen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen vertraut zu machen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Geschichte der Radioaktivität / Aufbau des Atoms und des Atomkerns: Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Flüssigtröpfchenmodell und Schalenmodell / Instabilität von Kernen und Kernumwandlungs-Prinzipien / mathematische Beziehungen der Umwandlungen, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide / primäre Umwandlungen: $\alpha$ -Umwandlung, $\beta$ -Umwandlung, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung / sekundäre Umwandlungen: elektromagnetische Übergänge, Konversions-Elektronen / post-Effekte: Annihilation, Röntgenstrahlung, Auger-Elektronen / Wechselwirkung mit Materie: Photoeffekt, Comptoneffekt, Paarbildung / Messung von Kernstrahlung: verschiedene Detektortypen / Kernreaktionen: Energetik, Wirkungsquerschnitt, direkte Reaktionen, Compoundkern, Schwerionenreaktionen, Hochenergiereaktionen, induzierte Spaltung b) In den Übungen werden Übungsaufgaben gerechnet. c) Es werden Referate zu Themen gehalten, die die Inhalte der Vorlesung ergänzen, z.B.: $\alpha$ -/ $\beta$ -/ $\gamma$ -Spektrometrie; Radiometrische Altersbestimmung; Entdeckung und Eigenschaften des Neutrons; Entdeckung der Kernspaltung; Natürliche Radioaktivität in der Umwelt; Das Tracerprinzip und seine Anwendungen in Chemie und Medizin; Teilchenbeschleuniger; Produktion und Anwendung von Radionukliden in den Lebenswissenschaften; Nuklearmedizinische Diagnostik; Biologische Strahlenwirkung; Aufbau und Funktionsweise von Kernreaktoren; Neutronenaktivierungsanalyse; Kernbrennstoffkreislauf; Die Reaktorkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima; Kernfusion; Produktion und Eigenschaften von Transuranelementen; Solare und atmosphärische Neutrinos							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Tobias Reich
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Geowissenschaften, Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Physik
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"><li>• J.-V. Kratz, K. H. Lieser: Nuclear and Radiochemistry, Wiley-VCH, 2013</li><li>• F. Rösch: Nuclear and Radiochemistry, De Gruyter, 2014</li><li>• Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011</li></ul>

<b>Modul 2.2</b>	<b>2.2 Kernchemisches Praktikum 1</b> <i>Lab Course Nuclear Chemistry 1</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ (ohne Vorkenntnisse oder mit ausschließlich theoretischen Vorkenntnissen) oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Praktikum „Kernchemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	6	72,0 h	4,5	
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 o. 2 (1 o. 2)	p	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr, S						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 min. unbenotet)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>mit offenen Radioaktivitäten umzugehen und verschiedene Radioelemente mit Hilfe der Messtechniken für radioaktive Strahlung zu analysieren</li> <li>die Grundlagen der Dosimetrie und des praktischen Strahlenschutzes zu beschreiben</li> <li>unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen</li> <li>sich in Kleingruppen zu organisieren und effektiv zusammenzuarbeiten</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Herstellung und Umgang mit radioaktiven Präparaten, Messung von Alpha-, Beta-, Gammastrahlung, Mutter-Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Gamma-Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Grundlagen der Positronen-Emissions-Tomographie, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten von Neptunium							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Einführung in die Kernchemie“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Tobias Reich						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Geowissenschaften, Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Physik						
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>P. Hoffmann, K. H. Lieser: Methoden der Kern- und Radiochemie, VCH 1991</li> <li>W. Stolz: Radioaktivität, Teubner, 2005</li> <li>H.-G. Vogt, H. Schultz: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, Hanser, 2011</li> </ul>						

<b>Modul 2.3</b>	<b>2.3 Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie</b> <i>Modern Methods and Applications of Nuclear and Radiochemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (30 min), alternativ Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die wichtigen Methoden und Anwendungen moderner Kern- und Radiochemie wiederzugeben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Als moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie werden folgende Gebiete behandelt: Entdeckung leichter Radioelemente; Radioaktivität in den Lebenswissenschaften; Kernbrennstoffkreislauf und Umweltverhalten der Actiniden; Synthese der Radioelemente im Kernreaktor, an Teilchenbeschleunigern und in astrophysikalischen Prozessen; Anwendungen exotischer Radioisotope in der Grundlagenforschung; Altersbestimmungen; Physik ultrakalter Neutronen; moderne Methoden der Isotopentrennung und -anreicherung b) In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung „Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie“ durch Übungsaufgaben und Kurzreferate vertieft.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Module „Einführung in die Kernchemie“ und „Kernchemisches Praktikum 1“							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch oder Englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
Nur im Wintersemester							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Univ.-Prof. Michael Block							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
Master of Science Physik							
<b>Sonstiges</b>							
Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011</li> </ul>							

<b>Modul 2.4</b>	<b>2.4 Chemie und Physik der Actinide und Transactinide</b> <i>Chemistry and Physics of Actinides and Transactinide</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ (mit ausschließlich theoretischen Vorkenntnissen oder mit theoretischen und praktischen Vorkenntnissen), WP im Schwerpunkt „Kernchemie“ (ohne Vorkenntnisse) oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Chemie und Physik der Actinide und Transactinide“	V	2 (1)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (30 min), alternativ Klausur (120 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>chemische und physikalische Eigenschaften der Actinide und Transactinide wiederzugeben.</li> <li>die Entdeckung der einzelnen Radioelemente und moderne Synthesemethoden nachzuvollziehen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Folgende Themen werden behandelt: Entdeckung der Transurane; relativistische Effekte; binäre Verbindungen der Actinide; Koordinationschemie der Actinide; aquatische Chemie des Plutoniums; chemische Wechselwirkungen der Actinide in der Umwelt; Speziation von Actiniden und Fallbeispiele; metallorganische Komplexe der Actinide; Elektronenspektren der Actinide; magnetische Eigenschaften der Actinide; nukleare Synthese der schwersten Elemente (Teilchenbeschleuniger, Separatoren); Massenmessungen; nukleare und atomare Eigenschaften aus laserspektroskopischen Methoden; Ionenmobilitäten; Chemie der Transactinide b) In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch Übungsaufgaben und Kurzreferate ergänzt und vertieft.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Module „Einführung in die Kernchemie“ und „Kernchemisches Praktikum 1“							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch oder Englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
6/66 (ohne Vorkenntnisse: 9/66) bzw. 0/66; als WP: unbenotet							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
Nur im Sommersemester							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Univ.-Prof. Christoph. Düllmann							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
Master of Science Physik							
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 2.5</b>	<b>2.5 Radiopharmazeutische Chemie</b> <i>Radiopharmaceutical Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ (mit theoretischen und praktischen Vorkenntnissen), WP im Schwerpunkt „Kernchemie“ (ohne Vorkenntnisse oder mit ausschließlich theoretischen Vorkenntnissen) oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	2 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Radiopharmazeutische Chemie 1“	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Radiopharmazeutische Chemie 2“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel mündliche Prüfung (30 min), alternativ Klausur (120 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Grundlagen der radiopharmazeutischen Chemie verstanden. Sie haben sich mit den wichtigsten radiopharmazeutischen Verfahren (SPECT, PET & Endoradiotherapie) und den relevanten Radionukliden beschäftigt und sich mit deren Eigenschaften, Herstellung und Chemie vertraut gemacht. Zudem sollten die Studierenden den hohen Stellenwert des interdisziplinären Arbeitens bei der Entwicklung neuer Radiopharmaka erfasst haben.							
<b>Inhalte</b>							
Die Vorlesungen in Radiopharmazeutischer Chemie (RPC) werden als Blockveranstaltung über 2 Semester angeboten: Inhalte sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung und Grundlagen der RPC: Zerfallsarten, Abschirmung &amp; Detektion</li> <li>• präklinische und klinische bildgebende Verfahren,</li> <li>• Radionuklidproduktion in der RPC: Zyklotron, Reaktor &amp; Generator,</li> <li>• radiopharmazeutische Verfahren in der Diagnostik und Therapie: SPECT, PET &amp; Endoradiotherapie,</li> <li>• Eigenschaften, Herstellung, Markierungschemie &amp; Anwendung von relevanten Nukliden</li> <li>• RPC in der Onkologie, Neurologie und weiteren Anwendungsgebieten.</li> </ul> Dieses Modul baut auf dem Grundwissen der Vorlesung „Einführung in die Kernchemie“ auf.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Einführung in die Kernchemie“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 (ohne Vorkenntnisse: 9/66) bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	a) Nur im Wintersemester b) Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Patrick Riß						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 2.6</b>	<b>2.6 Reaktorpraktikum</b> <i>Internship at the Nuclear Reactor</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Kernchemie“ (mit ausschließlich theoretischen Vorkenntnissen oder theoretischen und praktischen Vorkenntnissen) oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Praktikum „Reaktorpraktikum“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	6	117 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Mündliche Prüfung (30 min, unbenotet)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden erhalten am Forschungsreaktor TRIGA Mainz eine Einführung in Reaktorphysik und Reaktortechnik sowie den Strahlenschutz. In den praktischen Übungen werden die typischen Vorgänge beim Betrieb des TRIGA Mainz behandelt sowie Experimente am Reaktor durchgeführt. Da die Versuche in Kleingruppen durchgeführt werden, lernen die Studierenden Arbeitsabläufe als Team zu planen und umzusetzen.</p> <p>Ergänzend wird eine Führung des seit 2016 am Standort TRIGA installierten Zyklotrons angeboten, wobei den Studierenden die praktische Anwendung von Teilchenbeschleunigern und ihr Einsatz bei der Herstellung radioaktiver Isotope, insbesondere für die Herstellung von Radiopharmaka für die präklinische und klinische Anwendung, nahegebracht werden.</p>							
<b>Inhalte</b>							
Die praktischen Übungen zur Reaktortechnik und -physik umfassen: Reaktoranzahl- und -reaktorabschaltprüfliste, Steuerstabilisierung, Brennelementmessung, Leistungsregelung, Fahren des Reaktors im Pulsbetrieb, Messungen der Überschussreaktivität. Bezüglich der Nutzung des Reaktors als starke Neutronenquelle werden Versuche zur Neutronenflussmessung, zur Neutronenaktivierungsanalyse sowie zur Gammaskopie durchgeführt.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Einführung in die Kernchemie“ Zuverlässigkeitsüberprüfung nach § 12 AtG min. 8 Wochen vor Beginn des Praktikums						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Kernchemisches Praktikum 1“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Dr. Klaus Eberhardt						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Physik						
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zum „Reaktorpraktikum“</li> </ul>						

### Schwerpunkt 3 „Makromolekulare Chemie“

<b>Modul 3.1</b>	<b>3.1 Moderne und Industrielle Aspekte von Polymermaterialien</b> <i>Modern and Industrial Aspects of Polymer Materials</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Makromolekulare Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung Teil 1: „Synthese und Einsatz von Polymermaterialien“ Teil 2: „Physikalische Chemie von Polymermaterialien“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Oberseminar „Moderne und Industrielle Aspekte von Polymermaterialien“	OS	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Ein vertiefter Einblick in die maßgeschneiderte Herstellung sowie die vielschichtige Struktur und Dynamik polymerer Systeme und Materialien wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Herausforderungen und Lösungsansätze moderner und industrieller Polymersynthesen zu beschreiben, und aktuelle Forschungsfragestellung akademischer Natur zu verstehen: Bspw. Sequenzkontrolle, thermoplastische Elastomere, Verbundmaterialien, schwache Wechselwirkungen in den Polymerwissenschaften, Selbstassemblierung, responsive Materialien und bioinspiriertes Materialdesign,</li> <li>die Rheologie von Polymeren im Schmelz- und Lösungszustand methodisch, konzeptionell und phänomenologisch sowohl qualitativ als auch quantitativ zu beschreiben.</li> <li>die grundlegenden Charakteristika der Struktur und Dynamik polymerer Lösungen, Gele, Gläser und Kristalle wiederzugeben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Moderne Methoden der Polymersynthese:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderne Verbundmaterialien, Hochleistungswerkstoffe</li> <li>Responsive und schaltbare Materialien</li> <li>Biomimetische Konzepte in den Polymerwissenschaften</li> <li>Phasensegregierte Polymersysteme in der Anwendung, thermoplastische Elastomere</li> <li>Polymernanopartikel und selbstassemblierte Nanostrukturen</li> </ul> <p>Grundlagen der Rheologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Viskoelastizität</li> <li>komplexe rheologische Materialkenngrößen</li> <li>Zeit–Temperatur-Superposition</li> <li>Rheologie von Polymersystemen: Reptation in Schmelze und Lösung, Gummielastizität von Netzwerken, dynamischer Glasübergang.</li> </ul> <p>Aufbauend darauf: umfassende und jeweils separate Behandlung der Struktur, Dynamik und Eigenschaften von Polymeren im Zustand von Schmelzen, halbverdünnten Lösungen, Gelen, Kristallen und Teilkristallen Gläsern</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Modul „Makromolekulare Chemie“							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch oder Englisch							

<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Andreas Walther
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"><li>• Koltzenburg, Maskos, Nuyken – Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (Springer)</li><li>• Lechner, Gehrke, Nordmeier – Makromolekulare Chemie (Springer)</li><li>• Rubinstein, Colby – Polymer Physics (Oxford University Press)</li></ul>

<b>Modul 3.2</b>	<b>3.2 Praktikum Moderne Aspekte der Makromolekularen Chemie</b> <i>Practical Course Modern Aspects of Macromolecular Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Makromolekulare Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Praktikum „Makromolekulare Chemie 2“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	6	117 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Ein Überblick zu modernen Polymersynthesemethoden und fortgeschrittenen Methoden der Polymercharakterisierung wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>sich die Grundlagen der Polymerisationstypen und -mechanismen zu erarbeiten,</li> <li>effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren,</li> <li>zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche die aktuelle Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>anspruchsvolle Experimente in paralleler Weise innerhalb bestimmter Zeiträume zu realisieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Entsprechend der Vorkenntnisse der Studierenden werden Praktikumsversuche aus folgenden Bereichen ausgewählt: Experimente zur Polymersynthese (Stufenwachstum, Kettenwachstum): Radikalische Polymerisation, Polykondensation, lebende/kontrollierte Polymerisation, Copolymerisation, Polymerisation in Heterophase, Netzwerke. Ferner Praktikumsversuche zu typischen physikalischen Eigenschaften von Polymeren (Löslichkeit, Molekulargewichte, Konformation in Lösung), Bestimmung der thermischen und mechanischen Eigenschaften von Polymeren sowie Kristallinität, Supramolekulare Polymerisation, DNA Nanowissenschaftssysteme, Fortgeschrittene Analytik.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Makromolekulare Chemie“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Andreas Walther						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 3.3</b>	<b>3.3 Kolloidchemie und Medizinisch Relevante Polymere</b> <i>Colloid Chemistry and Medical Polymers</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Makromolekulare Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Kolloidchemie“	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung “Medizinisch Relevante Polymere”	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	a) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) b) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) Beide Prüfungen müssen bestanden sein, die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel beider Prüfungen.						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Ein vertiefter Einblick in die Herstellung sowie die Struktur polymerer Systeme und Materialien, deren Charakterisierung, sowie medizinische Anwendungen wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Untersuchung von Nanostrukturen und (Polymer) Oberflächen wiederzugeben und zu erklären,</li> <li>• kolloidale Systeme im Hinblick auf ihre charakteristischen Zeit-, Längen-, und Energieskalen zu diskutieren,</li> <li>• Synthesemethoden für Materialien zum Einsatz in der Medizin sowie deren Bioabbaubarkeit selbst zu erarbeiten und wiederzugeben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Grenzflächen- und Kolloidchemie, strukturierte Nanopartikel und Mikrogele (Grundlagen und Herstellung), funktionelle Nanopartikel mit unterschiedlichen Eigenschaften für verschiedene Anwendungen, Charakterisierung. b) Synthesemethoden für Materialien zum Einsatz in der Medizin, Implantate für Dentalanwendungen oder als Prothesen; Grundprinzipien des Bioabbaus von Polymermaterialien; Biokompatibilität und Bioabbaubarkeit von Polymerklassen für medizinische Anwendungen (aliphatische Polyester, Polyethylenglykol, Silikone, Polypeptide und Duromerharze); Trägermaterialien für Wirkstoffe und Impfstoffe; Künstliche Extrazelluläre Matrixmaterialien.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Makromolekulare Chemie“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Holger Frey						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 3.4</b>	<b>3.4 Komplexe (Supra)Molekulare Systeme und Biopolymere</b> <i>Complex (Supra)Molecular Systems and Biopolymers</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Makromolekulare Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Komplexe (Supra)Molekulare Systeme“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Biopolymere“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	a) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) b) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) Beide Prüfungen müssen bestanden sein, die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel beider Prüfungen.						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Ein vertiefter Einblick in die Struktur, Dynamik und Charakterisierung natürlicher Polymere, in die supramolekulare Chemie und in die Dynamik komplexer Systeme wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>biologische relevante Polymerklassen zu beurteilen und hinsichtlich ihrer Struktur und Assemblierung zu verstehen,</li> <li>Erkennungsmotive, schwache Wechselwirkungen und Organisationsprinzipien in natürlichen und synthetischen Systemen zu verstehen und anzuwenden,</li> <li>biologische und chemische Reaktionsnetzwerke und deren Dynamik zu verstehen und wiederzugeben.</li> <li>Gleichgewichts und Nichtgleichgewichtssysteme zu unterscheiden</li> <li>Die Grundlagen der Systems Chemistry und Konzepte von Adaptiven und Interaktiven Materialsystemen zu verstehen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Supramolekulare Chemie und Supramolekulare Polymerisation; Systems Chemistry; Dynamisch Kombinatorische Chemie, Netzwerke und Systeme; Nicht-Gleichgewicht Zustände; Chemisch Reaktionsnetzwerke, Dynamische DNA Nanowissenschaften, Dissipative, Adaptive und Interaktive Materialien. b) Polysaccharide (Cellulose und Derivate, Chitin, Stärke, Glykogen); Lignine; Polyester (Polyhydroxyalkanoate), Polyisoprenoide und Naturkautschuk); Nanozellulose/Nanochitin/Bakterielle Zellulose; Polynukleotide im Materialkontext (DNA, RNA); Proteine und Skleroproteine (Kollagen, Keratin, Seidenfibroin und Spinnseide); Mechanik weicher Biopolymer-Gewebe.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Makromolekulare Chemie“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Pol Besenius						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

## Schwerpunkt 4 „Materie, Materialien und Methoden“

<b>Modul 4.1</b>	<b>4.1 Biophysikalische Chemie</b> <i>Biophysical Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt „Materie, Materialien und Methoden“ oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Biophysikalische Chemie“	V	2 (1)	P	2	69 h	3	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Aufbauend auf den Grundkenntnissen der Physikalischen Chemie (Thermodynamik), Physik und Biochemie, werden in diesem Modul die Physikalisch-Chemischen Grundlagen ausgewählter biologischer und medizinische Phänomene vorgestellt. Dabei werden auch moderne und aktuelle Methoden zur Charakterisierung solcher molekularer, biologischer Vorgänge vorgestellt.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sollten die Studierenden ein Verständnis für die physikalisch-chemischen Grundlagen biologischer Prozesse haben sowie moderne molekulare Charakterisierungsmethoden der physikalischen Chemie aus diesen Bereichen kennen. Die Studierenden sollten in der Lage sein, zu neuen experimentellen Fragestellungen die jeweils passenden Methoden auszuwählen, um so erfolgreich unbekanntem Phänomenen zielführend auf den Grund zu gehen.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Grundlagen moderner Biophysikalischer Methoden mit Beispielen aus ihrem Anwendungsbereich. Themen sind beispielsweise: Membrantransport, Phasenübergänge in Membranen, Nanopartikel-Sensoren, Rotengleichungen und Dynamik in Zellen, Molekulare Motoren, Einzelmolekültechniken, Ramanstreuung, Thermodynamik chemischer Bindungen, Physikalisch-Chemische Parameter im drug discovery Prozess</p> <p>b) vertiefende bzw. ergänzende Themen aus dem Bereich der Vorlesung mit praktischen Übungen und Anwendungen</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Carsten Sönnichsen						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 4.2</b>	<b>4.2 Moderne Methoden der Physikalischen Chemie</b> <i>Modern Methods of Physical Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Materie, Materialien und Methoden“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Moderne Methoden der Physikalischen Chemie“	V	1 o. 2 (1 o. 2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Aufbauend auf den Grundkenntnissen der Physikalischen Chemie (Thermodynamik, Elektrochemie, Quantenmechanik, Kinetik und Spektroskopie) und Physik, werden in diesem Modul moderne und aktuelle Methoden der physikalischen Chemie zur Charakterisierung molekularer Vorgänge vorgestellt, insbesondere auch bildgebende Verfahren, wie sie in weiten Bereichen der Materialwissenschaften, Chemie und modernen Medizin angewendet werden. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sollten die Studierenden moderne mikroskopische und molekulare Charakterisierungsmethoden der physikalischen Chemie kennen, die Grundlagen verstehen und mögliche Anwendungsgebiete benennen können. Die Studierenden sollten in der Lage sein, zu verschiedenen experimentellen Fragestellungen die jeweils passenden Methoden auszuwählen und entsprechende Messdaten interpretieren zu können, um so erfolgreich neuen Phänomenen zielführend auf den Grund zu gehen.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Grundlagen moderner mikroskopischer Methoden mit Beispielen aus ihrem Anwendungsbereich. Themen sind beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildende Mikroskopieverfahren (konfokale Mikroskopie, Rastersondenmikroskopie, Elektronenmikroskopie)</li> <li>• Aktuelle Themen der modernen molekularen Spektroskopie, z.B. Einzelmolekülspektroskopie FRET</li> <li>• Mikroskopieverfahren zur Analyse dynamischer Prozesse und intermolekularer Wechselwirkungen (FRAP)</li> <li>• Moderne Methoden zur Charakterisierung molekularer physikalisch-chemischer Parameter (NanoSPR)</li> </ul> <p>b) Vertiefende bzw. ergänzende Themen aus dem Bereich der Vorlesung mit praktischen Übungen und Anwendungen</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Gerald Hinze						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 4.3</b>	<b>4.3 Kondensierte Materie</b> <i>Condensed Matter</i>						Modul- Kennnummer
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Materie, Materialien und Methoden“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Kondensierte Materie“	V	1 (2)	P	2	69 h	3	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 (2)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Den Studierenden sollen die physikalisch-chemischen Grundlagen kondensierter Materie nahegebracht werden, die zu einem Verständnis der stofflichen Beschaffenheit und der Eigenschaften funktionaler Materialien führen, insbesondere auf der Nanometerskala. Das Spektrum geeigneter Themen umfasst z.B. Struktur und Eigenschaften amorpher und kristalliner kondensierter Materie, Struktur und Eigenschaften der Polymere und Kolloide, zwischenmolekulare Wechselwirkungen und Molekülverbände, Nanomaterialien. An einem oder an mehreren speziellen Themen soll ein vertieftes Verständnis für ein forschungsnahes Spezialgebiet der kondensierten Materie entstehen, das eine Grundlage darstellt, um auf diesem oder einem verwandten Gebiet eine Masterarbeit erfolgreich durchführen zu können.							
<b>Inhalte</b>							
a) Grundlagen der harten und weichen kondensierten Materie; zwischenmolekulare Wechselwirkungen; Struktur, Dynamik und damit zusammenhängende charakteristische Eigenschaften kristalliner-harter sowie amorpher-weicher Materie; Streuung an komplexer Materie; Elektronische und magnetische Ordnung; Relaxationsdynamik; Energiespeicherfähigkeit und Dissipation, Viskoelastizität. Die Vorlesung wird in digitaler Form über eine e-Learning Plattform angeboten. b) Im begleitenden Seminar werden die Inhalte der digitalen Vorlesung in Gruppenarbeit vertieft, wobei interaktive Lehr- und Lernformen (hier: inverted classroom und just-in-time teaching) zum Einsatz kommen.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Seiffert						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Physik						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 4.4</b>	<b>4.4 Praktikum Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie</b> <i>Internship Modern Methods of Spectroscopy and Microscopy</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Materie, Materialien und Methoden“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
a) Praktikum „Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>a) Die Studierenden sind in der Lage, mit modernen Untersuchungsmethoden der Physikalischen Chemie umzugehen, sie praktisch anzuwenden und die Grundlagen dazu selbständig zu erarbeiten. Sie können sich in Kleingruppen organisieren, Arbeitsabläufe koordinieren und die wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse schriftlich zusammenfassen.</p> <p>b) Die Studierenden können sich in ein vorgegebenes Themengebiet selbstständig einarbeiten und eine mündliche Präsentation darüber nach wissenschaftlichen Standards erarbeiten. In Diskussionsrunden werden eigene und fremde Präsentationen kritisch beurteilt.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Es werden 6-8 Praktikumsversuche aus dem Bereich der experimentellen physikalischen Chemie durchgeführt. Beispiele hierfür sind u.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitaufgelöste Fluoreszenz und elektronischer Energietransfer</li> <li>• konfokale Fluoreszenzmikroskopie und Einzelmolekülmikroskopie</li> <li>• Rastertunnelmikroskopie</li> <li>• Lichtmikroskopie</li> <li>• Transmissionselektronenmikroskopie</li> <li>• Synthese von CdSe-Nanokristallen</li> <li>• FRAP (fluorescence recovery after photobleaching)</li> </ul> <p>Themen für die mündliche Präsentation werden aus dem Bereich der Praktikumsversuche und angrenzenden Gebieten gewählt.</p>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	4.2						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

## Schwerpunkt 5 „Molekulare funktionale Materialien“

<b>Modul 5.1</b>	<b>5.1 Elektronen in Molekülen</b> <i>Electrons in Molecules</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Molekulare Funktionale Materialien“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Elektronen in Molekülen“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen wiedergeben,</li> <li>• können die grundlegenden Konzepte und Methoden beschreiben,</li> <li>• können Teilinhalte eigenständig erarbeiten und vertiefen,</li> <li>• können die erlernten Inhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen übertragen,</li> <li>• können Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Teildisziplinen herstellen,</li> <li>• haben ein Verständnis für die Bedeutung der Elektronenstruktur molekularer Systeme in den Naturwissenschaften erlangt.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Magnetische Eigenschaften von organischen Molekülen oder Koordinationsverbindungen mit einem oder mehreren paramagnetischen Zentren. Grundlegende Konzepte, Anwendungsbeispiele aus der Bio-Anorganischen Chemie, Spin-Crossover-Verbindungen, Einzelmolekülmagnete. Elektrische Eigenschaften molekularer Verbindungen: Elektronentransfer in diskreten und Leitfähigkeit in ausgedehnten Systemen. Anwendungsbeispiele aus der Bio-Anorganischen Chemie. Einführung in die molekulare Spintronik für eine ressourcenschonende Datenverarbeitung.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Eva Rentschler						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 5.2</b>	<b>5.2 Molekulare Photochemie</b> <i>Molecular Photochemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Molekulare Funktionale Materialien“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Molekulare Photochemie“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen wiedergeben,</li> <li>• können die grundlegenden Konzepte und Methoden beschreiben,</li> <li>• können Teilinhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,</li> <li>• können Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Teildisziplinen herstellen,</li> <li>• können die erlernten Inhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen übertragen,</li> <li>• erlangen einen umfassenden Überblick zur Querschnittsdisziplin der Photochemie, wobei grundlegende Konzepte und Trends der aktuellen Forschung gleichermaßen im Fokus stehen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Elektronentransfer, Grundlagen der Photochemie, Photophysik und Photochemie von Metallkomplexen und organischen Chromophoren, Photokinetik, optische Spektroskopie, Photokatalyse, solare Energieumwandlung, natürliche und künstliche Photosynthese, photochemische Sonden, supramolekulare Photochemie, organische Photoreaktionen, Isomerisierungen, Umlagerungen, Fragmentierungen, Photochemie in biologischen Systemen							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Katja Heinze						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 5.3</b>	<b>5.3 Supramolekulare Katalyse</b> <i>Supramolecular Catalysis</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Molekulare Funktionale Materialien“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Supramolekulare Katalyse“	V	2 (1)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen wiedergeben,</li> <li>• können die grundlegenden Konzepte und Methoden beschreiben,</li> <li>• können Teilinhalte eigenständig erarbeiten und vertiefen,</li> <li>• können Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Teildisziplinen herstellen,</li> <li>• können die erlernten Inhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen übertragen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Nutzung supramolekularer Wechselwirkungen als Kontrollparameter zur Steuerung katalytischer Prozesse. Für homogene Systeme werden thermische und lichtgetriebene Katalysen mit Schwerpunkt auf der Korrelation zwischen Katalysatorstruktur, supramolekularen Wechselwirkungen und resultierender katalytischer Aktivität diskutiert. Katalysemechanismen inkl. enantioselektive Katalyse, Katalyse unter räumlicher Einschränkung, Inhibition und Rückkopplungsschleifen sowie Autokatalyse werden erörtert. Für heterogene Systeme werden supramolekulare Effekte in Kolloiden, Polymeren und Festkörpern, z.B. Metallorganischen Gerüsten (MOFs) diskutiert.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	6/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Carsten Streb						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 5.4</b>	<b>5.4 Praktikum Funktionale Molekulare Materialien</b> [Modul-Kennnummer] <i>Advanced Laboratory Course on Functional Molecular Materials</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Molekulare Funktionale Materialien“ oder WP					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>
a) Praktikum “Funktionale Molekulare Materialien”	FPr	2 (1)	P	9	40,5 h	4,5
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	FPr, OS					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Synthese- und Analyseverfahren der Chemie funktionaler Moleküle selbständig durchführen, auswerten und den Erfolg beurteilen,</li> <li>• beherrschen den theoretischen Hintergrund ihrer experimentellen Arbeiten und können ihre Experimente nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis dokumentieren,</li> <li>• sind in der Lage, mit Gefahrstoffen unter Beachtung der geltenden Sicherheits- und Umweltvorschriften verantwortungsvoll und sicher umzugehen.</li> </ul>						
<b>Inhalte</b>						
Durchführung von Experimenten zur Erarbeitung von Konzepten funktionaler Moleküle, Nachweis der Funktion durch fortgeschrittene spektroskopische und analytische Methoden, z.B. Untersuchung elektronischer und magnetischer Eigenschaften, Lumineszenz- oder zeitaufgelöste spektroskopische Experimente, Bestimmung von Umsatzkurven von Katalysen oder Photokatalysen, mechanistische Untersuchungen; Verknüpfung der experimentellen Ergebnisse mit theoretischen Erwartungen						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>						
Module „Molekulare Photochemie“, „Supramolekulare Katalyse“ und „Elektronen in Molekülen“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>						
Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>						
Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>						
Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>						
Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>						
Univ.-Prof. Dr. Carsten Streb						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>						
Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>						

## Schwerpunkt 6 „Präparative Chemie“

<b>Modul 6.1</b>	<b>6.1 Aromaten / Heterocyclen</b> <i>Chemistry of Aromatic / Heterocyclic Compounds</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Präparative Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Aromaten / Heterocyclen“	V	1 o. 2 (1 o. 2)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Oberseminar „Praktikantenseminar“	OS	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	OS						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>a) und b) Die Studierenden sollen fortgeschrittene Themen der Organischen Chemie auf dem Niveau Brückner, Gilchrist, Joule/Mills (Aromaten/Heterocyclen) bearbeiten und sich vertiefende Kenntnisse zur Chemie der behandelten Stoffklassen aneignen. Die Studierenden sind dann in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vertiefendes Fachwissen aus dem Bereich der Aromaten- und Heterocyclenchemie wiederzugeben, moderne Konzepte und Methoden aus diesen Bereichen zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Bedeutung einzuordnen</li> <li>Inhalte aus dem Bereich der Aromaten- und Heterocyclenchemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aus dem Bereich der Aromaten- und Heterocyclenchemie innerhalb des Faches und mit verwandten Fachgebieten herzustellen</li> <li>die gelernten Vorlesungsinhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen zu übertragen</li> <li>Probleme bei der Entwicklung von Synthesestrategien und bei der Beantwortung komplexer Fragestellungen zu identifizieren, selbstständig Lösungsmöglichkeiten durch Verknüpfung des erworbenen Wissens mit eigenen Ideen zu erarbeiten und kritisch zu beurteilen</li> <li>ihre Ergebnisse verständlich und in wissenschaftlich korrekter Terminologie zu präsentieren und in Diskussionen zu verteidigen</li> <li>die erarbeiteten Lösungsstrategien kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.</li> </ul> <p>c) Die Vertiefungseinheit dient der individuellen Spezialisierung und persönlichen Profilbildung zur Vorbereitung auf spätere selbstständige Forschung. Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selbständig an forschungsnahen Themen der präparativen Organischen Chemie zu arbeiten,</li> <li>ihre präparativen Fähigkeiten eigenständig zu entwickeln</li> <li>die Resultate eigenständiger Literaturrecherchen zu analysieren.</li> <li>ihre methodischen Kenntnisse durch Implementieren neuer apparativer und analytischer Verfahren zu erweitern,</li> <li>ihre Experimente auszuarbeiten, zu planen und diese selbstständig umzusetzen,</li> <li>mit den Betreuern die Durchführung der Experimente zu debattieren und diese zu korrigieren,</li> <li>beim Umgang mit wissenschaftlichen Problemen Lösungen zu erarbeiten,</li> <li>die Sicherheitsaspekte der Chemikalien und Experimente zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen,</li> <li>ihre Englisch-Sprachenkompetenz durch englischsprachige Fachliteratur und Betreuer zu erweitern,</li> <li>die Aufgaben in einem Team gemeinsam zu planen und Vorarbeiten durchzuführen,</li> <li>verantwortungsbewusst in einem Team zu arbeiten und mit Gefahrstoffen umzugehen, anhand von theoretischen Kenntnissen durch Fachliteratur die experimentellen Ergebnisse zu analysieren und zu korrigieren,</li> <li>die Ergebnisse der Experimente zu beurteilen und zu optimieren.</li> </ul>							

<b>Inhalte</b>	
a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aromatizität (Kriterien), systematische Behandlung der Annulene, nichtalternierende Systeme, PAK, Herstellungsmethoden und Eigenschaften ausgewählter Systeme,</li> <li>• Einteilung und Nomenklaturen der Heterocyclen, physikalische Eigenschaften (Löslichkeit, pKs, Dipolmomente, ...)</li> <li>• systematische Behandlung der kleinen Ringe mit bis zwei Heteroatomen, mittlere Ringe mit bis zu vier Heteroatomen, Sieben- und Achtringe in dem Vorkommen und Herstellung sowie spezifischer Reaktivität.</li> <li>• Anwendung als Wirkstoffe und in der Materialwissenschaft.</li> </ul>
b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung des Vorlesungsstoffes und Anwendungen in Transferübungen</li> </ul>
c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präparative Methoden, Reagenzien in der Organischen Synthese, Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen</li> </ul>
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	N. N.
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gilchrist: Heterocyclenchemie, Joule/Mills: Heterocyclic Chemistry, Brückner: Reaktionsmechanismen</li> </ul>

<b>Modul 6.2</b>	<b>6.2 Elektrochemie</b> <i>Electrochemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP im Schwerpunkt „Präparative Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Vorlesung „Elektrochemie“	V	2 (1)	P	4	138 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden haben sich theoretisches Fachwissen auf dem Gebiet der Elektrochemie und Elektroorganischen Synthese angeeignet und <ul style="list-style-type: none"> <li>sind in der Lage Methoden und Reaktionen aus diesen Bereichen zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Bedeutung einzuordnen</li> <li>sind in der Lage Inhalte aus dem Themengebiet der Elektrochemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>haben ein Bewusstsein für Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb dieses hoch interdisziplinären Gebietes entwickelt.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Physikalische Grundlagen und Begriffe (Leitfähigkeit in ionischen Systemen; Potentiale und Strukturen an Phasengrenzen; Potentiale und Ströme)</li> <li>Elektrodenmaterialien, Elektrolytkunde, Mediatoren, Separatoren und Zellgeometrien; Cyclische Voltammetrie, Spektroelektrochemie, Marcus-Theorie</li> <li>Korrosion, elektrochemisches Fräsen und Bearbeiten; Galvanik/Metallabscheidung</li> <li>Herstellung von anorganischen Grundchemikalien</li> <li>Kathodenreaktionen (medierte Systeme, direkte Methoden, technische Anwendungen)</li> <li>Anodenreaktionen (Kupplungen, Fluorierungen, moderne Konzepte)</li> <li>Naturstoffsynthese Synthese</li> <li>Technische elektroorganische Synthesen</li> <li>elektrochemische Oberflächenbehandlung</li> <li>Elektropolymerisation, leitende Polymere</li> <li>Ionenaustauscher</li> <li>Bioelektrochemie, Elektroenzymatik</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	N.N.						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 6.3</b>	<b>6.3 Naturstoffchemie</b> <i>Chemistry of Natural Products</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP im Schwerpunkt „Präparative Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
a) Vorlesung „Naturstoffchemie“	V	2 (1)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Oberseminar „Retrosynthese“	OS	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a), b) und c)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden sollen fortgeschrittene Aspekte der Organischen Chemie der Naturstoffe auf dem Niveau Nuhn: Naturstoffchemie, Habermehl/Hammann/Krebs/Ternes: Naturstoffchemie erlernen und sich vertiefende Kenntnisse zur Chemie der behandelten Stoffklassen aneignen. Die Studierenden sind dann in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vertiefendes Fachwissen aus dem Bereich der Naturstoffchemie wiederzugeben, moderne Konzepte und Methoden aus diesen Bereichen zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Bedeutung einzuordnen</li> <li>Inhalte aus dem Bereich der Naturstoffchemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aus dem Bereich der Naturstoffchemie innerhalb des Faches und mit verwandten Fachgebieten herzustellen</li> <li>die gelernten Vorlesungsinhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen zu übertragen</li> <li>Probleme bei der Entwicklung von Synthesestrategien und bei der Beantwortung komplexer Fragestellungen zu identifizieren, selbstständig Lösungsmöglichkeiten durch Verknüpfung des erworbenen Wissens mit eigenen Ideen zu erarbeiten und kritisch zu beurteilen</li> <li>die erarbeiteten Lösungsstrategien kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Chemie 5: Naturstoffklassen: Nucleoside, Nucleotide und Nucleinsäuren, Nucleinsäuresynthese</li> <li>Aminosäuren, Peptide und Proteine, Peptidsynthese</li> <li>Terpene und Steroide</li> <li>Lipide und Eicosanoide</li> <li>Polyketide</li> <li>Kohlenhydrate</li> <li>biogene Amine und Alkaloide</li> <li>stickstoffhaltige Cofaktoren von Proteinen</li> <li>Synthese und Biosynthese sowie Analyse von Naturstoffen.</li> </ul>						
b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefung des Vorlesungsstoffes und Anwendungen in Transferübungen</li> </ul>						
c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden der organischen Synthese und Retrosynthese an konkreten Beispielen</li> </ul>						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							

<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Till Opatz
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"><li>• Nuhn: Naturstoffchemie</li><li>• Habermehl/Hammann/Krebs/Ternes: Naturstoffchemie</li></ul>

<b>Modul 6.4</b>	<b>6.4 Integriertes Analytisch-Präparatives Praktikum</b> [Modul-Kennnummer] <i>Integrated Analytical-Preparative Lab Course</i>					
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Präparative Chemie“ oder WP					
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h					
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>
a) Vorlesung „Analytische Methoden“	V	1 o. 2 (1 o. 2)	P	1	34,5 h	1,5
b) Praktikum „Analytisch-Präparatives Praktikum“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	9	40,5 h	4,5
<b>Um das Modul abzuschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>						
Anwesenheit	FPr					
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>						
<p>a) Die Blockvorlesung vermittelt Kenntnisse in relevanten Analysenverfahren (z. B. EI-Massenspektrometrie, 2D-NMR-Spektroskopie), die bislang nicht Gegenstand von Pflichtveranstaltungen im Studium waren.</p> <p>b) Das Praktikum dient der individuellen Spezialisierung und persönlichen Profilbildung zur Vorbereitung auf spätere selbstständige Forschung unter Nutzung üblicher Analysenverfahren und ggf. Isotopenmarkierungen. Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständig an forschungsnahen Themen der präparativen Organischen Chemie zu arbeiten und die Ergebnisse ihrer Arbeit durch analytische Verfahren zu untersuchen und kritisch zu bewerten</li> <li>• ihre Experimente auszuarbeiten, zu planen und diese selbständig umzusetzen,</li> <li>• mit den Betreuern die Durchführung der Experimente und die eingesetzten analytischen Techniken zu debattieren und diese zu korrigieren,</li> <li>• beim Umgang mit wissenschaftlichen Problemen Lösungen zu erarbeiten und Praxis und Theorie zu vereinen,</li> <li>• die Sicherheitsaspekte der Chemikalien und Experimente zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen,</li> <li>• ihre Englisch-Sprachenkompetenz durch englischsprachige Fachliteratur und Betreuer zu erweitern,</li> <li>• verantwortungsbewusst in einem Team zu arbeiten und mit Gefahrstoffen umzugehen,</li> <li>• anhand von theoretischen Kenntnissen durch Fachliteratur die experimentellen Ergebnisse zu analysieren und zu korrigieren,</li> <li>• die Ergebnisse der Experimente und Messungen zu beurteilen und zu optimieren.</li> </ul>						
<b>Inhalte</b>						
Anfertigung von 2-4 forschungsnahen Präparaten zu 1-4 Stufen Umfang, insgesamt 6-8 Stufen. Die Präparatevorschriften werden z. B. aus aktuellen chemischen Journalen oder Organic Syntheses entnommen. Die erhaltenen Reinstoffe oder Substanzgemische werden mit den u.a. in der Blockvorlesung vorgestellten analytischen Verfahren analysiert und die Ergebnisse im Protokoll diskutiert. Je nach Präparat kommen dabei auch Markierungen mit Stabilisotopen zur Anwendung.						
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „Praktikum Molekülsynthese“					
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch					
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester					
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum					
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Heiner Detert					
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie					

<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"><li>• Organic Syntheses, Organic Reactions, Houben-Weyl</li></ul>
------------------	---

<b>Modul 6.5</b>	<b>6.5 Praktikum Molekülsynthese</b> <i>Practical Course on Molecular Synthesis</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt „Präparative Chemie“ oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
Praktikum „Molekülsynthese“	FPr	1 o. 2 (1 o. 2)	P	12	54 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Vertiefungseinheit dient der individuellen Spezialisierung und persönlichen Profilbildung zur Vorbereitung auf spätere selbstständige Forschung. Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständig an forschungsnahen Themen der präparativen Organischen Chemie zu arbeiten,</li> <li>• ihre präparativen Fähigkeiten eigenständig zu entwickeln</li> <li>• die Resultate eigenständiger Literaturrecherchen zu analysieren.</li> <li>• ihre methodischen Kenntnisse durch Implementieren neuer apparativer und analytischer Verfahren zu erweitern,</li> <li>• ihre Experimente auszuarbeiten, zu planen und diese selbständig umzusetzen,</li> <li>• mit den Betreuern die Durchführung der Experimente zu debattieren und diese zu korrigieren,</li> <li>• beim Umgang mit wissenschaftlichen Problemen Lösungen zu erarbeiten,</li> <li>• die Sicherheitsaspekte der Chemikalien und Experimente zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen,</li> <li>• ihre Englisch-Sprachenkompetenz durch englischsprachige Fachliteratur und Betreuer zu erweitern,</li> <li>• die Aufgaben in einem Team gemeinsam zu planen und Vorarbeiten durchzuführen,</li> <li>• verantwortungsbewusst in einem Team zu arbeiten und mit Gefahrstoffen umzugehen,</li> <li>• anhand von theoretischen Kenntnissen durch Fachliteratur die experimentellen Ergebnisse zu analysieren und zu korrigieren,</li> <li>• die Ergebnisse der Experimente zu beurteilen und zu optimieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Anfertigung von 3-4 forschungsnahen Präparaten zu 2-5 Stufen Umfang, insgesamt 8-12 Stufen. Die Präparatevorschriften werden z. B. aus aktuellen chemischen Journalen oder Organic Synthesis entnommen.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Till Opatz						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gilchrist: Heterocyclenchemie,</li> <li>• Joule/Mills: Heterocyclic Chemistry,</li> <li>• Brückner: Reaktionsmechanismen</li> <li>• Organic Synthesis, Organic Reactions, Houben-Weyl</li> </ul>						

## Schwerpunkt 7 „Theoretische Chemie und Computerchemie“

<b>Modul 7.1</b>	<b>7.1 Grundlagen der Quantenchemie</b> <i>Principles of Quantum Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P im Schwerpunkt "Theoretische Chemie und Computerchemie" oder WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
a) Vorlesung „Grundlagen der Quantenchemie“	V	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden lernen am Beispiel der Hartree-Fock Theorie, einer der einfachsten quantenchemischen Methoden, den gesamten Prozess vom Ansatz für die Wellenfunktion bis hin zur Implementierung im Computerprogramm schrittweise kennen. Sie erwerben ein tiefgreifendes Verständnis quantenchemischer Grundlagen. Sie erlernen Sicherheit beim Hantieren mit mathematischen Formeln im Kontext der Quantenchemie. Sie sind in der Lage die Herleitung der entsprechenden Gleichungen durchzuführen und die Motivation für das Vorgehen zu begründen. Sie können erklären, wie die Lösung der Gleichungen erfolgt und sind in der Lage ein entsprechendes Computerprogramm zu konzipieren.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekülorbitale und Mehrelektronenwellenfunktion</li> <li>• Hartree-Fock Theorie (Ansatz, konkrete Herleitung der entsprechenden Gleichungen)</li> <li>• Self-Consistent-Field Verfahren zur Lösung der HF Gleichungen</li> <li>• Basissatzdarstellung und Roothaan-Hall-Gleichungen</li> <li>• Implementierung von HF-SCF und Durchführung entsprechender Berechnungen</li> <li>• Molekulare Eigenschaften im Rahmen der HF Theorie</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 7.2</b>	<b>7.2 Moderne Themen der Theoretischen Chemie</b> <i>Contemporary Topics of Theoretical Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt "Theoretische Chemie und Computerchemie" oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Moderne Themen der Theoretischen Chemie“	V	2 (1)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse zur Theorie moderner Methoden der Theoretischen Chemie und ihrer Einsatzgebiete. Sie sind in der Lage sich selbstständig in Fachliteratur einzuarbeiten. Sie können differenzierte Bewertungen zu Komplexität, Genauigkeit, Rechenaufwand und Durchführbarkeit bei computergestützten Berechnungen im Bereich der TC durchführen.</p> <p>Sie haben die theoretischen Grundlagen für die im Modul „Computerchemie in der Praxis“ erforderlichen Berechnungen erarbeitet.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene quantenchemische Methoden</li> <li>• Theoretische Beschreibung von Vielteilchensystemen: Zweite Quantisierung, Elektronenkorrelation</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	9/66 bzw. 0/66; als WP: unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 7.3</b>	<b>7.3 Computerchemie in der Praxis</b> <i>Practical Computational Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt "Theoretische Chemie und Computerchemie" oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Praktikum „Computerchemie“	FPr	2 (1)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	2 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr, OS						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage computerchemische Untersuchungen in Experimente einzubeziehen um damit chemische Fragestellungen zu beantworten. Sie sind vertraut mit den dazu notwendigen Computerprogrammen. Sie sind in der Lage sinnvolle Methoden aus dem Bereich der theoretischen Chemie auszuwählen und einzusetzen. Die erhaltenen Daten können sie auswerten und interpretieren.							
<b>Inhalte</b>							
Durchführung von 2-4 beispielhaften Versuchen, in denen chemische Fragestellungen aus einer Kombination aus Experimenten aus den Bereichen AC, OC, PC, KC und/oder Biochemie und Computersimulationen bzw. computerchemischen Berechnungen untersucht werden.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Module „Grundlagen der Quantenchemie“ und „Moderne Themen der Theoretischen Chemie“							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>							
Deutsch oder Englisch							
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>							
Unbenotet							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>							
Nur im Sommersemester in der vorlesungsfreien Zeit							
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>							
Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Diskussion der im Praktikum durchzuführenden bzw. durchgeführten Aufgaben mithilfe lizenzierter Programme auf Arbeitskreis-internen Rechnern							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>							
Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
Master of Science Biomedizinische Chemie							
<b>Sonstiges</b>							
Blockpraktikum							

<b>Modul 7.4</b>	<b>7.4 Programmieren in der Quantenchemie</b> <i>Programming in Quantum Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P im Schwerpunkt "Theoretische Chemie und Computerchemie" oder WP</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
a) Praktikum „Programmieren in der Quantenchemie“	FPr	1 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Seminar begleitend zu a)	OS	1 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr, OS						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden erwerben (evtl. erste) Programmierkenntnisse. Sie sind in der Lage ein quantenchemisches Computerprogramm zu planen, zu konzipieren sowie konkret zu implementieren. Sie können selbst-verfasste Programme auf Richtigkeit überprüfen, Fehler zu finden und gegebenenfalls zu überarbeiten. Sie sind in der Lage das Programm zur Behandlung chemischer Fragestellungen einzusetzen und die Ergebnisse zu dokumentieren und kritisch zu diskutieren.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Programmierens</li> <li>• Planung und Konzeption eines Computerprogramms</li> <li>• Umsetzung quantenchemischer Methoden in einem Computerprogramm</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Grundlagen der Quantenchemie“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester in der vorlesungsfreien Zeit						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht Veranstaltungen</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Diskussion der im Praktikum durchzuführenden bzw. durchgeführten Aufgaben mithilfe lizenzierter Programme auf Arbeitskreis-internen Rechnern						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Gauß						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>	Blockpraktikum						

## Wahlpflichtmodule

<b>Modul 32</b>	<b>WP 32 - Anorganische Festkörperchemie</b> <i>Inorganic Solid-State Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Festkörperchemie“	V	1 o. 3 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 o. 3 (2)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)	Schriftliche Ausarbeitung des Seminarvortrags						
Modulprüfung	Mündliche Abschlussprüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Konzepte und Prinzipien der anorganischen Festkörperchemie strukturiert anwenden</li> <li>• verfügen über die Fähigkeit chemische Bindungskonzepte auf Strukturtypen zu übertragen</li> <li>• können kritisch die Beziehung zwischen Strukturtypen und Materialklassen in Bezug auf Reaktivitäten und Eigenschaften evaluieren</li> <li>• können elektronische Bandstrukturen und phononische Dispersionen mit Materialeigenschaften korrelieren und sind in der Lage Überlegungen zur Anwendbarkeit zu formulieren und zu diskutieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Die Lehrveranstaltungen umfassen die folgenden Themen zur anorganischen Festkörperchemie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die kristallographischen Grundlagen</li> <li>• Struktursystematik von Element- und Verbindungsklassen</li> <li>• Reaktivität von Festkörpern und Defekte (von der Synthese zur katalytischen Aktivität von Oberflächen)</li> <li>• Beschreibung der Phononen und Elektronen im <i>k</i>-Raum</li> <li>• Bandstrukturen – Kristallorbitale, Peierls-Übergänge und Ladungsdichtewellen, Mott-Hubbard Modell</li> <li>• korrelierte Systeme (Magnetismus)</li> <li>• Inhalte des Seminars: (i) Diskussion technisch relevanter Materialeigenschaften; (ii) Einführung in festkörperchemische Analysemethoden und grundlegende Datenauswertung</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Angela Möller						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
<b>Sonstiges</b>	Ausgewählte Fachliteratur (vornehmlich Publikationen)						

<b>Modul 33</b>	<b>WP 33 - Bioanorganische Chemie</b> <i>Bioinorganic Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Bioanorganische Chemie“	V	2 (1 o. 3)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	2 (1 o. 3)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	OS						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>haben Kenntnisse über die Bioanorganische Chemie mit Schwerpunkt auf koordinationschemischen und mechanistischen Aspekten</li> <li>können strukturiert Wissen zu den genannten Begriffen wiedergeben,</li> <li>können Teilinhalte eigenständig erarbeiten und vertiefen,</li> <li>können die erlernten Inhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen übertragen,</li> <li>können Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Teildisziplinen herstellen,</li> <li>haben ein Verständnis für die Bedeutung von Metallionen in der belebten Natur erlangt.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Die Bioanorganische Chemie ist eine Querschnittsdisziplin der Biochemie und Koordinationschemie. Die Vorlesung dient dem Erkennen der spezifischen Rollen bestimmter Metallionen in chemisch-biochemischen Prozessen. Es werden biologische Prozesse wie die Photosynthese oder die Zellatmung diskutiert. Ausgewählte Beispiele von Metalloproteinen, die für die Bindung und Aktivierung von kleinen Molekülen (H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> ) verantwortlich sind, werden genauer besprochen genauso wie Elektronentransferproteine oder Metalloproteine zur Substratbindung oder -umsetzung.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Oberseminar gemäß § 5 Abs. 5: Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Eva Rentschler						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 35</b>	<b>WP 35 - Makromolekulare Chemie</b> <i>Macromolecular Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung Teil 1: „Synthese und Einsatz von Polymeren“ Teil 2: „Physikalische Chemie von Polymeren“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 - 3 (1 - 3)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden erarbeiten die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum. Ein Überblick zu relevanten Polymermaterialien sowie zu den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung und grundlegenden Eigenschaften von Polymeren in Lösung sowie im Festkörper wird vermittelt.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende physikalische Eigenschaften und Materialeigenschaften von Polymeren und Besonderheiten von Polymeren im Vergleich zu anderen Materialklassen, insbes. zu niedermolekularen Verbindungen wiederzugeben.</li> <li>• Sich die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum zu erarbeiten,</li> <li>• Polymerisationsmethoden kritisch zu beurteilen, sowohl hinsichtlich der erzielbaren Molekulargewichte als auch bezüglich der jeweiligen Limitationen die Polydispersität betreffend,</li> <li>• Grundlegende Charakterisierungsmethoden kennen zu lernen und hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Fragestellungen zu bewerten</li> <li>• Struktur und Dynamik von Makromolekülen konzeptionell zu erfassen und quantitativ zu diskutieren sowie makromolekulare Mehrstoffsysteme thermodynamisch zu beschreiben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Allgemeine Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben der Polymerwissenschaften, Polymerstrukturen, Nomenklatur.</li> <li>• Nachhaltigkeitsbetrachtung, Polymere Materialklassen und Anwendungsgebiete</li> </ul> <p>Polymersynthese:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polykondensation (Stufenwachstum), Carothers-Gleichung, Polymerisationen mit Kettenwachstum, radikalische und ionische Methoden der Polymersynthese, Kinetik, Kettenübertragung, Copolymerisation, Katalytische Polymerisation, Polyinsertion, Katalysatoren (Initiatoren).</li> <li>• Polymerisation in Heterophase (Emulsion, Dispersion, Suspension).</li> </ul> <p>Polymermodifizierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellulose, Kautschuk, polymeranaloge Reaktionen.</li> <li>• Kontrollierte und lebende Polymerisationsverfahren, Ringöffnungsreaktionen, Festphasensynthese.</li> </ul> <p>Polymerstruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerarchitektur, Konformation von Makromolekülen, Irrflug-Statistik, RIS-Modell, ideale und reale Kettenstatistik, Entropie-Elastizität, Flory-Exponent und Skalengesetze.</li> </ul> <p>Molekulare Charakterisierung von Polymeren in Lösung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolligative Methoden, Gelpermeationschromatographie, Massenspektrometrie, statische Lichtstreuung.</li> </ul> <p>Polymerdynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rouse- und Zimm Modell</li> </ul> <p>Polymer-Thermodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flory-Huggins-Theorie, Phasendiagramme</li> </ul>							

Polymere im festen Zustand: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasübergang, (Teil-)Kristallinität, Mesophasen, mechanische Charakterisierung.</li> </ul>	
Polymere im festen Zustand: Glasübergang, (Teil-)Kristallinität, Mesophasen, mechanische Charakterisierung.	
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Seiffert
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieke – Makromolekulare Chemie. Eine Einführung (Wiley).</li> <li>• Koltzenburg, Maskos, Nuyken – Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (Springer)</li> <li>• Lechner, Gehrke, Nordmeier – Makromolekulare Chemie (Springer)</li> <li>• Seiffert – Physical Chemistry of Polymers: A Conceptual Introduction (DeGruyter)</li> </ul>

<b>Modul 36</b>	<b>WP 36 - Praktikum Makromolekulare Chemie</b> <i>Practical Course Macromolecular Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Praktikum „Makromolekulare Chemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	6	117 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Ein Überblick zu relevanten Polymersynthesemethoden, den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung, und den zentralen Polymereigenschaften wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>sich die Grundlagen der Polymerchemie, und der Polymerisationstypen zu erarbeiten,</li> <li>effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren,</li> <li>zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche die aktuelle Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>anspruchsvolle Experimente in paralleler Weise innerhalb bestimmter Zeiträume zu realisieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Es werden Praktikumsversuche aus folgenden Bereichen ausgewählt: Experimente zur Polymersynthese (Stufenwachstum, Kettenwachstum): Radikalische Polymerisation, Polykondensation, lebende/kontrollierte Polymerisation, Copolymerisation, Polymerisation in Heterophase, Netzwerke. Ferner Praktikumsversuche zu typischen physikalischen Eigenschaften von Polymeren (Löslichkeit, Molekulargewichte, Konformation in Lösung), Bestimmung der thermischen und mechanischen Eigenschaften von Polymeren sowie Kristallinität							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Makromolekulare Chemie“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. Andreas Walther						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 37</b>	<b>WP 37 - Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung</b> <i>Biomolecules, Biocatalysis and Signal Transfer</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Biochemie und fachverwandter Gebiete wie Physiologie, Zellbiologie und Molekularbiologie wiederzugeben und zu gliedern</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngemäß einzusetzen</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen</li> <li>• Ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren</li> <li>• biochemische Themen angemessen zu diskutieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Vorlesung und Seminar schließen folgende Themen ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Biochemie</li> <li>• Biomoleküle</li> <li>• Aminosäuren und Proteine</li> <li>• Enzyme: Konzepte, Kinetik, Regulation</li> <li>• Nukleinsäuren und der Fluss der genetischen Information</li> <li>• Replikation, Rekombination und Reparatur von DNA</li> <li>• Werkzeuge der Genforschung</li> <li>• Kontrolle der Genexpression</li> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Lipide und Zellmembranen</li> <li>• Membrantransport</li> <li>• Prinzipien der Signaltransduktion</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie						

Sonstiges	
-----------	--

<b>Modul 38</b>	<b>WP 38 - Stoffwechselbiochemie</b> <i>Metabolic Biochemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Stoffwechselbiochemie“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Stoffwechselbiochemie wiederzugeben und zu gliedern.</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen.</li> <li>• stoffwechselbiochemische Themen angemessen zu diskutieren.</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen.</li> <li>• ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Vorlesung und Seminar schließen folgende Themen ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte und Grundmuster des Metabolismus</li> <li>• Kohlenhydrat-Stoffwechsel</li> <li>• Citratzyklus</li> <li>• Oxidative Phosphorylierung</li> <li>• Photosynthese</li> <li>• Lipid- und Fettstoffwechsel</li> <li>• Proteinumsatz und Aminosäurestoffwechsel</li> <li>• Nukleotidstoffwechsel</li> <li>• Biosynthesewege wichtiger Biomoleküle</li> <li>• Koordination und Integration des Stoffwechsels</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 39</b>	<b>WP 39 - Molekulare und Zelluläre Biochemie</b> <i>Molecular and Cellular Biochemistry</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Vorlesung „Molekulare und Zelluläre Biochemie“	V	2 (1 o. 3)	P	4	138 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Inhalte der zellulären Biochemie, der Molekularbiologie und angrenzender Gebiete wiederzugeben</li> <li>Prinzipien der Genregulation und gentechnologischer Experimente zu erklären und zu bewerten</li> <li>Chance und Risiken der Gentechnik zu bewerten, dazu einen eigenen Standpunkt zu entwickeln bzw. dies in ihrer eigenen Arbeit zu berücksichtigen</li> <li>Prinzipien der Signaltransduktion zuzuordnen und zu erklären</li> <li>Die biochemisch und zellbiologischen Grundlagen strukturgebender Prozesse zu verstehen und wiederzugeben</li> <li>einschlägige Fachbegriffe der zellulären Biochemie richtig einzusetzen</li> <li>das in biochemischen, zell- und molekularbiologischen Lehrbüchern behandelte Sachwissen sowie die in internationalen Fachjournals publizierte Primärliteratur kritisch zu beurteilen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanismen der zellulären Signaltransduktion, Signalwege, Rezeptoren, Genom</li> <li>Transkriptionsregulation, Epigenetik, Stammzellen</li> <li>Gentransfer in Zellen und Organismen, Plasmide, Phagen, Transfektionsmethoden; Expressionssysteme</li> <li>RNA Strukturen, Ribozym, Spliceosom, RNAsen, Riboswitches</li> <li>angeborene und adaptive Immunität, Hämatopoese, Phagozytose, Toll-like Rezeptoren,</li> <li>B- und T-Zell Rezeptoren, Cytokine, Immunglobuline, MHC, monoklonale Antikörper, Autoimmunität</li> <li>Rezeptoren, Membrandomänen, Caveolae, Ligandbindung, G Protein gekoppelte Rezeptoren (GPCR), Arrestine</li> <li>GPCR-assoziierte Krankheiten, heterotrimere G Proteine, Signalabschaltung, Adenylatzyklen, Phospholipasen</li> <li>Second messenger (cAMP, cGMP, Ca<sup>2+</sup>, NO, Inositolphosphate), Guanylylcyclasen, PI3K/Akt-Weg</li> <li>Proteinkinase-Familien, PKA, PKC, Calmodulin, CaM-Kinasen</li> <li>Rezeptortyrosinkinasen, Wachstumsfaktoren, Cytokin-Rezeptoren, TGF<math>\beta</math>-Smad, Jak-STAT-Weg</li> <li>Ras-Familie, MAP-Kinasen, regulierte Proteolyse, Sekretasen, Notch Signalweg, SREBP</li> <li>Nucleäre Rezeptoren (Steroidrezeptoren, Retinoid-X-Rezeptoren, Toll-like Rezeptoren</li> <li>Membrantransport, Signalsequenzen, Translokation zu Organellen, Proteinsortierung</li> <li>Proteinmodifikationen, Unfolded Protein Response, sekretorischer Weg, Hormonprozessierung</li> <li>Cytoskelett (Mikrotubuli, Actin-, Intermediärfilamente), Dynamik</li> <li>Zell-Zell, Zell-Matrix-Verbindungen, extrazelluläre Matrix, Zelladhäsion</li> <li>Zellzyklus und Apoptose: Cycline, CDKs, IAPs, Bcl-Proteine, Caspasen, Apoptosom, TNF, FasR</li> <li>Neuronale Signaltransduktion: Grundlagen in Elektrophysiologie, Ionenkanäle</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Sommersemester						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul 40</b>	<b>WP 40 - Methoden der Biochemie</b> <i>Biochemical Methods</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Vorlesung „Methoden der Biochemie“	V	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit							
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	In der Regel Klausur (120 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen aus dem Gebieten der Protein- und Membranbiochemie geeignete Methoden zuzuordnen.</li> <li>• typische Daten dieser Methoden analysieren zu können.</li> <li>• die Ergebnisse bioanalytischer Experimente zu beurteilen.</li> <li>• die Grenzen der jeweiligen Methoden aufgrund ihrer physikalischen Grundlagen zu erfassen.</li> <li>• die Anwendbarkeit der Methoden auf neue Fragestellungen einzuschätzen.</li> <li>• die Aussagekraft der entsprechenden Experimente in Publikationen in internationalen Fachjournalen kritisch zu beurteilen.</li> <li>• sich eigenständig ein vertieftes Wissen aktueller Themen der biochemischen Analytik und angrenzender Gebiete anzuzeigen.</li> <li>• naturwissenschaftliche Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• selbstständig einen wissenschaftlichen Vortrag zu einem (vorgegebenen) aktuellen biochemisch-analytischen Themengebiet zu erarbeiten, zu präsentieren und zu verteidigen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der Proteinexpression</li> <li>• Prinzipien und Methoden der Proteinisolierung und -identifizierung</li> <li>• Immuntechniken in der Biochemie</li> <li>• Spektroskopische Methoden in der Biochemie</li> <li>• Methoden der Proteinstrukturanalyse</li> <li>• Proteinstabilität</li> <li>• Proteindynamik</li> <li>• Chemische Modifikation von Proteinen</li> <li>• Biochemie und Biophysik von Lipidmembranen</li> <li>• Membranproteine</li> <li>• <i>In vivo</i> und <i>in vitro</i> Untersuchungen von Protein-Protein- sowie Protein-Lipid Interaktionen</li> <li>• Mikroskopische Techniken</li> <li>• Expression und Proteincharakterisierung <i>in vivo</i></li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>							
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>	Modul „WP 38 - Stoffwechsel Biochemie“						
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Nur im Wintersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							

<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Molekulare Biotechnologie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul 41</b>	<b>WP 41 - Biochemische Arbeitstechniken</b> <i>Biochemical Working Techniques</i>						[Modul-Kennnummer ]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Praktikum „Biochemische Arbeitstechniken für Fortgeschrittene“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	7	76,5 h	5	
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 - 3 (1 - 3)	P	1	19,5 h	1	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr, S						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende biochemische Arbeitstechniken anzuwenden</li> <li>• mit verschiedenen biochemischen Stoffklassen experimentell umzugehen</li> <li>• weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen biochemische und zellbiologische Experimente durchzuführen</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten</li> <li>• einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen</li> <li>• die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Im Praktikum werden folgende Inhalte experimentell bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nukleinsäuren: DNA, RNA</li> <li>• Proteinfractionierung und -analyse</li> <li>• Enzyme</li> <li>• Zellfraktionierung und Leitenzyme</li> <li>• Kohlenhydrate: Auftrennung und Analyse</li> <li>• Lipide: Extraktion, Fraktionierung und Analyse</li> <li>• Eukaryotische Zellen (z.B. Immunocytochemie)</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Module „WP 37 – Biomoleküle, Biokatalyse und Informationsübertragung“ oder „WP 38 - Stoffwechselbiochemie“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum; Praktikumbegleitendes Seminar gemäß § 5 Abs. 5: Besprechung sicherheitsrelevanter Details zu und Diskussion von Praktikumsversuchen						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Gerald Gimpl						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul 42</b>	<b>WP 42 - Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum</b> <i>Practical Course in Molecular Biology and Biochemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	WP						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
a) Praktikum „Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	9	40,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 - 3 (1 - 3)	P	1	34,5 h	1,5	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung							
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage,							
a)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>komplexe biochemische und molekularbiologische Arbeitstechniken anzuwenden.</li> <li>selbstständig und eigenverantwortlich anhand von Kursanleitungen Experimente durchzuführen.</li> <li>sorgfältig und koordiniert zu arbeiten.</li> <li>die Ergebnisse ihrer Experimente korrekt zu interpretieren und in angemessener Form zu dokumentieren.</li> <li>ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement anzuwenden.</li> </ul>							
b)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>ein aktuelles Thema der Biochemie zu erarbeiten, zu präsentieren und dieses im Rahmen einer Diskussion vor der gesamten Zuhörergruppe zu verteidigen.</li> <li>präsenzierte Seminarvorträge kritisch zu hinterfragen und wissenschaftlich zu diskutieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Molekularbiologie: Herstellung eines Expressionsplasmids, Erzeugung und Charakterisierung gentechnisch veränderter Bakterien</li> <li>Erzeugung eines zur Proteinexpression geeigneten Bakterienstamms.</li> <li>Heterologe Proteinexpression in E. coli und Proteinreinigung</li> <li>Charakterisierung des Proteins und Aktivitätstestung.</li> <li>2D-Gelelektrophorese: Behandlung von Zellen mit unterschiedlichen Stressoren (Hitze, Oxidantien, etc.), Nutzung proteineigener physikalischer Parameter (isoelektrischer Punkt, Größe) zur zweidimensionalen Auftrennung komplexer Proteingemische</li> <li>Analyse des Phosphorylierungsmusters eines Stress-Proteins mittels 2D-Gelelektrophorese und Western-Blot Analyse</li> <li>Färbetechniken für Proteingele</li> <li>Reinigung von Lysozym: Ionenaustauschchromatographie, Proteinpräzipitation, SDS-PAGE, photometrischer Test zur Funktionsüberprüfung des Enzyms</li> </ul>							
b)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Der/Die Studierende erarbeitet und präsentiert ein vorgegebenes, aktuelles Thema der Biochemie und stellt sich der Zuhörerschaft zur Diskussion der Präsentation.</li> <li>Der/Die Studierende analysiert und diskutiert die Inhalte der Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „WP 41 - Biochemische Arbeitstechniken“						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						

<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester in der vorlesungsfreien Zeit
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Dirk Schneider
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	Nur in der vorlesungsfreien Zeit

## Pflichtmodule

<b>Modul 43</b>	<b>43 Forschungsmodul</b> <i>Research Project</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	12 LP = 360 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
a) Praktikum „Forschungsarbeit“	FPr	3 (3)	P	22	99,0 h	11	
b) Oberseminar „Anleitung zum Selbstständigen Wissenschaftlichen Arbeiten“	OS	3 (3)	P	1	19,5 h	1	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3, Vortrag zum Forschungsmodul (30 min)						
Studienleistung(en)	Führung eines Laborbuches						
Modulprüfung	Forschungsbericht						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden arbeiten an einem aktuellen Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe mit. Durch Lösen komplexer Aufgaben erwerben sie hierbei ein vertieftes Wissen sowie Grundkenntnisse in Planung und Design von Experimenten. Sie werden befähigt, unter Anleitung anspruchsvolle Versuche durchzuführen. Sie können die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einschätzen. Die Ergebnisse sind reproduzierbar in einem Laborbuch zu protokollieren und unter Berücksichtigung aktueller Forschungsliteratur im Abschlussbericht zu interpretieren. Durch die Mitarbeit in einer Arbeitsgruppe erweitern die Studierenden Ihre Kommunikations- und Teamfähigkeit.							
<b>Inhalte</b>							
a) Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in der gewählten, am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppe. b) Einführung in Planung, Ausführung und Dokumentation komplexerer wissenschaftlicher Experimente. Präsentation der Ergebnisse in einem Bericht (Protokoll) und Seminarvortrag.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Gemäß PO						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), wissenschaftliche (praktische) Forschungsarbeit/Praktikum (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Alle am Studiengang beteiligte hauptamtlich Lehrende						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>	Das Modul findet 6 Wochen ganztags statt. Individuelle Betreuung; Die Anzahl der in einem beteiligten Arbeitskreis angebotenen Praktikumsplätze kann von Semester zu Semester variieren. Externe Forschungsarbeiten auf Antrag möglich.						

<b>Modul 44</b>	<b>44 Masterarbeit</b> <i>Master Thesis</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)</b>	30 LP = 900 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
<b>Lehrveranstaltungen/ Lernformen</b>	<b>Art</b>	<b>Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)</b>	<b>Verpflichtungsgrad</b>	<b>Kontaktzeit (SWS)</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungs- punkte</b>	
Masterarbeit		4 (4)	P	6 Monate ganztags	900 h	30	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Masterarbeit (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3, Vortrag zur Masterarbeit (30 min)						
Studienleistung(en)	Führung eines Laborbuches						
Modulprüfung	Masterarbeit						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind befähigt, ein Thema im von ihnen gewählten Spezialgebiet wissenschaftlich zu bearbeiten. Sie sind in Form einer wissenschaftlichen Schrift (Masterarbeit) in der Lage, in dieses Thema einzuführen, ihre Ergebnisse zu schildern und zu dokumentieren und sie im Lichte der relevanten Literatur zu interpretieren und zu diskutieren. Sie sind außerdem befähigt, ihre Masterarbeit als wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren und zu verteidigen und dabei auch Fragen zum Thema sowie zu Randgebieten zu beantworten.							
<b>Inhalte</b>							
Masterarbeit: Verfassung einer wissenschaftlichen Schrift zum Thema, bestehend aus folgenden Teilen: Zusammenfassung (max. 1 Seite), Einleitung inklusive Zielsetzung, Material & Methoden sowie Ergebnisse, Diskussion, Literaturverzeichnis; zur Dokumentation von weiteren Primärdaten kann ein Anhang hinzugefügt werden. Präsentation der Ergebnisse als Vortrag (20-30 min) und Diskussion							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Gemäß § 15 Abs. 4						
<b>Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)</b>	Deutsch oder Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	30/66						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), wissenschaftliche (praktische) Forschungsarbeit/Praktikum (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Alle am Studiengang beteiligte hauptamtlich Lehrende						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>	Das Modul findet 6 Monate ganztags statt. Individuelle Betreuung; Die Anzahl der in einem beteiligten Arbeitskreis angebotenen Praktikumsplätze kann von Semester zu Semester variieren. Externe Masterarbeiten auf Antrag möglich.						

## Bemerkungen

Ausgehend von einer bestimmten Anzahl ECTS werden je nach Art einer Veranstaltung unterschiedlichen Umrechnungsfaktoren verwendet, um die zu berechnen.

Allgemein gilt: 1 ECTS korrespondiert zu 30h Gesamtworkload (Zeitstunden),  
1 entspricht pro Semester 10,5h Präsenzzeit (14 Wochen à 0,75h)

SWS	1	2	3	4
Präsenzzeit	10,5h	21h	31,5h	42h

## Vorlesungen und/oder Übungen

Es wird ein Faktor von 1,5 angesetzt, d.h. 2 Vorlesung oder Übungen entsprechen 3 ECTS.

4,5 ECTS	3 (z.B. 2V+1Ü), 31,5h Präsenzzeit, 103,5h Selbststudium, 135h Gesamtworkload
6,0 ECTS	4 (z.B. 3V+1Ü), 42h Präsenzzeit, 138h Selbststudium, 180h Gesamtworkload
7,5 ECTS	5 (z.B. 3V+2Ü), 52,5h Präsenzzeit, 172,5h Selbststudium, 225h Gesamtworkload

## Praktika

Es wird ein Faktor von 0,50 oder 0,75 oder 1,00 angesetzt, je nach Umfang der Vor- und Nachbereitung z.B. mit Protokollen, ...

6,0 ECTS	Faktor 0,50	12, 126h Präsenzzeit, 54h Selbststudium, 180h Gesamtworkload z.B. 10 Wochen à 12,6h
7,5 ECTS	Faktor 0,50	15, 157,5h Präsenzzeit, 67,5h Selbststudium, 225h Gesamtworkload z.B. 10 Wochen à 15h
7,5 ECTS	Faktor 0,75	10, 105h Präsenzzeit, 120h Selbststudium, 225h Gesamtworkload z.B. 10 Wochen à 10,5h
6,0 ECTS	Faktor 1,00	6, 63h Präsenzzeit, 117h Selbststudium, 180h Gesamtworkload z.B. 10 Wochen à 6,3h

## Seminare

Es wird ein Faktor von 1,0 oder 1,5 angesetzt, je nach Umfang der Vor- und Nachbereitung z.B. mit Vorträgen, neuer Lernstoff, ...

1,0 ECTS	Faktor 1,0	1, 10,5h Präsenzzeit, 19,5h Selbststudium, 30h Gesamtworkload
2,0 ECTS	Faktor 1,0	2, 21h Präsenzzeit, 39h Selbststudium, 60h Gesamtworkload
1,5 ECTS	Faktor 1,5	1, 10,5h Präsenzzeit, 34,5h Selbststudium, 45h Gesamtworkload
3,0 ECTS	Faktor 1,5	2, 21h Präsenzzeit, 69h Selbststudium, 90h Gesamtworkload

## Abkürzungen

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
allg.	allgemein
BMC	Biomedizinische Chemie
bzw.	beziehungsweise
ECTS / LP	European Credit Transfer System / Leistungspunkt
ggf.	gegebenenfalls
inkl.	inklusive
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
SWS	Semesterwochenstunden
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel