

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

**Inhalt / Module**

Modulbeschreibungen .....	3
Pflichtbereich.....	3
Biochemie.....	3
Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum .....	5
Organische Chemie .....	7
Praktikum Molekülsynthese.....	9
Pharmakologie für Naturwissenschaftler*innen .....	10
Spezielle Aspekte der Medizinischen und Pharmazeutischen Chemie.....	12
Forschungsmodul.....	14
Masterarbeit .....	15
Wahlpflichtbereich .....	16
Naturstoffchemie.....	16
Radiopharmazeutische Chemie .....	18
Praktikum Ausgewählte Aspekte der Medizinische Chemie.....	19
Bioanorganische Chemie.....	21
Biophysikalische Chemie .....	22
Toxikologie 1 .....	23
Toxikologie 2 .....	25
Immunologische Grundlagen .....	26
Praktische Übungen Immunologie.....	27
Pharmazeutische Biologie .....	28
Praktikum Pharmazeutische Biologie.....	29
Mikrobiologie und Biotechnologie.....	30
Tierphysiologie .....	32
Pflanzenphysiologie .....	33
Elektrochemie .....	34
Integriertes Analytisch-Präparatives Praktikum .....	35
Elektronen in Molekülen.....	37
Supramolekulare Katalyse.....	38
Molekulare Photochemie.....	39
Praktikum Funktionale Molekulare Materialien .....	40
Instrumentelle Spurenanalytik I.....	41
Instrumentelle Spurenanalytik II.....	43
Makromolekulare Chemie.....	45
Praktikum Biomakromolekulare Chemie .....	47

Moderne und Industrielle Aspekte von Polymermaterialien .....	48
Kolloidchemie und Medizinisch Relevante Polymere .....	50
Komplexe (Supra)Molekulare Systeme und Biopolymere .....	51
Moderne Methoden der Physikalischen Chemie.....	52
Praktikum: Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie.....	53
Einführung in die Kernchemie.....	54
Kernchemisches Praktikum 1 .....	56
Grundlagen der Quantenchemie .....	57
Programmieren in der Quantenchemie .....	58
Computerchemie in der Praxis.....	59
Moderne Themen der Theoretischen Chemie.....	60
KI in Wirkstoffforschung und Entwicklung.....	61
Bemerkungen .....	63
Abkürzungen .....	64

## Modulbeschreibungen

### Pflichtbereich

Modul BCF	Biochemie <i>Biochemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	<b>P (2. Veranstaltung als WP)</b>						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungs- punkte	
a) Vorlesung „Molekulare und Zelluläre Biochemie“	V	2 (1)	WP	4	138 h	6	
oder							
b) Vorlesung „Methoden der Biochemie“	V	1 (2)	WP	2	69 h	3	
c) Oberseminar begleitend zu b)	OS	1 (2)	WP	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) oder von b) und c)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage,							
a)							
<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) und c)							
<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 Fachjournals kritisch zu beurteilen.</li> <li>sich eigenständig ein vertieftes Wissen aktueller Themen der biochemischen Analytik und angrenzender Gebiete anzueignen.</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>							
a)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanismen der zellulären Signaltransduktion, Signalwege, Rezeptoren, Genom</li> <li>Transkriptionsregulation, Epigenetik, Stammzellen</li> </ul>							

- Gentransfer in Zellen und Organismen, Plasmide, Phagen, Transfektionsmethoden; Expressionssysteme
- RNA Strukturen, Ribozym, Spliceosom, RNAsen, Riboswitches
- angeborene und adaptive Immunität, Hämatopoiese, Phagozytose, Toll-like Rezeptoren,
- B- und T-Zell Rezeptoren, Cytokine, Immunglobuline, MHC, monoklonale Antikörper, Autoimmunität
- Rezeptoren, Membrandomänen, Caveolae, Ligandbindung, G Protein gekoppelte Rezeptoren (GPCR), Arrestine
- GPCR-assoziierte Krankheiten, heterotrimere G Proteine, Signalabschaltung, Adenylatzyklen, Phospholipasen
- Second messenger (cAMP, cGMP, Ca<sup>2+</sup>, NO, Inositolphosphate), Guanylylcyclasen, PI3K/Akt-Weg
- Proteinkinase-Familien, PKA, PKC, Calmodulin, CaM-Kinasen
- Rezeptortyrosinkinasen, Wachstumsfaktoren, Cytokin-Rezeptoren, TGF $\beta$ -Smad, Jak-STAT-Weg
- Ras-Familie, MAP-Kinasen, regulierte Proteolyse, Sekretasen, Notch Signalweg, SREBP
- Nucleäre Rezeptoren (Steroidrezeptoren, Retinoid-X-Rezeptoren, Toll-like Rezeptoren)
- Membrantransport, Signalsequenzen, Translokation zu Organellen, Proteinsortierung
- Proteinmodifikationen, Unfolded Protein Response, sekretorischer Weg, Hormonprozessierung
- Cytoskelett (Mikrotubuli, Actin-, Intermediärfilamente), Dynamik
- Zell-Zell, Zell-Matrix-Verbindungen, extrazelluläre Matrix, Zelladhäsion
- Zellzyklus und Apoptose: Cycline, CDKs, IAPs, Bcl-Proteine, Caspasen, Apoptosom, TNF, FasR
- Neuronale Signaltransduktion: Grundlagen in Elektrophysiologie, Ionenkanäle

b) und c)

- Methoden der Proteinexpression
- Prinzipien und Methoden der Proteinisolierung und -identifizierung
- Immuntechniken in der Biochemie
- Spektroskopische Methoden in der Biochemie
- Methoden der Proteinstrukturanalyse
- Proteinstabilität
- Proteindynamik
- Chemische Modifikation von Proteinen
- Biochemie und Biophysik von Lipidmembranen
- Membranproteine
- In vivo und in vitro Untersuchungen von Protein-Protein- sowie Protein-Lipid Interaktionen
- Mikroskopische Techniken
- Expression und Proteincharakterisierung in vivo

<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>	12/66; als WP: unbenotet
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	a) Nur im Sommersemester b), c) 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>	Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie, Master of Science Chemie, Master of Science Molekulare Biotechnologie
<b>Sonstiges</b>	Anmerkung: Die nicht im Pflichtbereich gewählte Veranstaltung(en), (a) oder (b, c), können zusätzlich im WP-Bereich gewählt werden.

<b>Modul BCF-P</b>	<b>Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum</b> <i>Practical Course in Molecular Biology and Biochemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<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 „Molekularbiologisch-Biochemisches Praktikum“	FPr	1 (1)	P	9	40,5 h	4,5	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	1 (1)	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>präsentierte 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>							
<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 Chemie
<b>Sonstiges</b>	Nur in der vorlesungsfreien Zeit

Modul OCF	Organische Chemie <i>Organic Chemistry</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<b>Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)</b>	6 LP = 180 h						
<b>Moduldauer</b> (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungspunkte	
a) Vorlesung „Aromaten / Heterocyclen“	V	1 (1)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 (1)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Oberseminar „Praktikantenseminar“	OS	1 (1)	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>	12/66
<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 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> </ul>

<b>Modul OCF-P</b>	<b>Praktikum Molekülsynthese</b> <i>Practical Course in Molecule Synthesis</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<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	2 (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 Syntheses 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 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>						

<b>Modul PMC2</b>	<b>Pharmakologie für Naturwissenschaftler*innen</b> <i>Pharmacology for Natural Scientists</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<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 „Pharmakologie für Naturwissenschaftler*innen“	V	1 (1)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Seminar begleitend zu a)	S	1 (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 (60 min), alternativ mündliche Prüfung (15 min) zu den Inhalten von a) und b)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, zu a) und b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prinzipien der Pharmakologie wiederzugeben und anzuwenden,</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen,</li> <li>• die Prozesse der Arzneistoff-Forschung, -Entwicklung und –Anwendung darzulegen und wichtige Berufsbilder zu benennen.,</li> <li>• Zielstrukturen der Pharmakotherapie zu benennen, deren zellbiologische Aufgaben zu beschreiben und die Abläufe der pharmakologischen Intervention auf molekularer Ebene zu erklären.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Pharmakotherapie und Physiologie bzw. Pathophysiologie, Zellbiologie, Biochemie und Molekularbiologie aufzuzeigen,</li> <li>• Wichtige Arzneistoffe zur Behandlung häufiger Erkrankungen und deren wichtigste Eigenschaften (einschließlich unerwünschter Wirkungen und Wechselwirkungen) zu benennen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Pharmakodynamik</li> <li>• Prinzipien der Pharmakokinetik</li> <li>• Prinzipien der Pharmakogenetik</li> <li>• Arzneistoff-Wechselwirkungen</li> <li>• Wichtige Transmitter</li> <li>• Arzneistoffe zur Behandlung oder Vorbeugung wichtiger Erkrankungen (z.B. Schmerzen, Autoimmunerkrankungen, Infektionen, kardiovaskulären Erkrankungen, Diabetes, psychischen Erkrankungen, Tumorerkrankungen)</li> </ul>							
b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse der Arzneistoff-Forschung, -Entwicklung und –Anwendung,</li> <li>• Berufsbilder für Naturwissenschaftler in der pharmazeutischen Industrie</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>	6/66						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Ellen Closs						

<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	b) Kann auch in Form eines Blockseminars oder eines Online-Seminars durchgeführt werden.

<b>Modul PMC3</b>	<b>Spezielle Aspekte der Medizinischen und Pharmazeutischen Chemie</b> <i>Pharmaceutical Sciences for Natural Scientists</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	P						
<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 „Prinzipien und Spezielle Aspekte des Wirkstoffdesigns“	V	2 (2)	P	2	69 h	3	
b) Seminar begleitend zu a)	S	2 (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>							
Die Studierenden sind in der Lage, zu a) und b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Medizinischen Chemie und fachverwandter Gebiete wie der Pharmazeutischen Chemie und Pharmakologie wiederzugeben und zu gliedern</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngemäß einzusetzen</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen verschiedenen Ansätzen und Prinzipien der Wirkstoff- und Arzneistoffentwicklung und Optimierung von Wirkstoffen aufzuzeigen</li> <li>• ein medizinisch-chemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren</li> <li>• medizinisch-chemische Themen angemessen zu diskutieren</li> <li>• neue Ansätze der Wirkstoffentwicklung und -optimierung zu beurteilen und einzuordnen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) und b) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien des Drug Design</li> <li>• Drug Targets</li> <li>• Hit-to-lead-Entwicklung</li> <li>• Optimierung von Leitstrukturen</li> <li>• Konzepte von Struktur-Wirkungs-Beziehungen und SAR-Analyse</li> <li>• Analyse von Target-Ligand-Interaktionen auf molekularer und atomarer Ebene</li> <li>• ADME-Tox-Eigenschaften von Wirkstoffen; Zusammenhang mit chemischer Struktur</li> <li>• PK-PD-Optimierung von Wirkstoffen (Pharmakodynamik-Pharmakokinetik)</li> <li>• Entwicklung kovalenter Wirkstoffe</li> <li>• Bestimmung und Berechnung physikochemischer Parameter von Wirkstoffen</li> <li>• Drug-Monitoring</li> <li>• Literatur / Publikationen zu aktuellen Themen der Wirkstoffentwicklung</li> <li>• Computer-gestützte Methoden des Drug design (CADD): z.B. Visualisierung und Analyse von Protein-Ligand Komplexen, Pharmakophoremodelle, Protein-Ligand Docking, virtuelles Screening, Scoring, QSAR, ADME-Modeling, Leitstrukturoptimierung, Erzeugung von 3D –Strukturen kleiner Moleküle, Kraftfelder, MD-Simulationen, Konformationsanalyse, Liganden-basiertes Wirkstoffdesign, Protein-Homologiemodellierung, Fragment-basiertes Design, Library-Design, Target Assessment</li> <li>• Biologika und Antikörper</li> <li>• Nucleinsäuren als Drugs und Drug Targets</li> <li>• Drug Delivery, Drug Targeting, Drug Transport</li> <li>• Kombinatorische Ansätze</li> </ul>							

<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioassays und Parameter der Quantifizierung von Target-Wirkstoff-Wechselwirkung und Arzneistoffwirkung: Funktionsweise der Assays und Interpretation der Daten, experimentelle Screening-Methoden, HTS</li> </ul> <p>Rationale Arzneistoffentwicklung an ausgewählten Beispielen: z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung von Protease-Hemmstoffen</li> <li>Entwicklung von Kinase-Hemmstoffen</li> </ul> <p>Arzneistoffe zu wichtigen Indikationsgebieten: z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analgetika</li> <li>Cytostatika</li> <li>Arzneistoffe zur Behandlung der Hypertonie</li> <li>Arzneistoffe im Lipid-Stoffwechsel</li> <li>Antidiabetika</li> <li>Antiinfektiva</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>	6/66
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Tanja Schirmeister
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul FMP</b>	<b>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 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 MSC</b>	<b>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 abzuschließen 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), mündliche Verteidigung und Beantwortung auch randständiger Fragen (max. Dauer 45 min).							
<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 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.						

## Wahlpflichtbereich

Alle Wahlpflicht-Module gehen nicht in die Endnote ein.

Modul NC	Naturstoffchemie <i>Chemistry of Natural Products</i>						[Modul-Kennnummer]
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	WP						
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (Workload)	6 LP = 180 h						
Moduldauer (laut Studienverlaufplan)	1 Semester						
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium	Leistungs- punkte	
a) Vorlesung „Naturstoffchemie“	V	2 (1 o. 3)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1 o. 3)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Oberseminar „Retrosynthese“	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							
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>						
Zugangsvoraussetzung(en)							
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls							

<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. Till Opatz
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science 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 RPC</b>	<b>Radiopharmazeutische Chemie</b> <i>Radiopharmaceutical 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)	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>Leistungspunkte</b>	
a) Vorlesung „Radiopharmazeutische Chemie 1“	V	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Radiopharmazeutische Chemie 2“	V	2 (1 o. 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 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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MCP</b>	<b>Praktikum Ausgewählte Aspekte der Medizinische Chemie</b> <i>Practical Course Selected Aspects of Medicinal 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 „Ausgewählte Aspekte der Medizinische Chemie“	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>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Medizinischen Chemie und fachverwandter Gebiete wie der Pharmazeutischen Chemie und Pharmakologie wiederzugeben und zu gliedern</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngemäß einzusetzen</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen verschiedenen Ansätzen und Prinzipien der Wirkstoff- und Arzneistoffentwicklung und Optimierung von Wirkstoffen aufzuzeigen</li> <li>• ein medizinisch-chemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren</li> <li>• medizinisch-chemische Themen angemessen zu diskutieren</li> <li>• neue Ansätze der Wirkstoffentwicklung und -optimierung zu beurteilen und einzuordnen</li> <li>• Methoden der Arzneistoff- und Arzneimittelanalytik zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Experimentelle und theoretische Methoden der Bestimmung physikalisch-chemischer Wirkstoffparameter zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Methoden zur Biotransformation von Wirkstoffen und zum Drug-Monitoring zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Methoden der Bestimmung der Wirksamkeit von biologisch aktiven Substanzen zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Methoden zum Computer-gestützten Wirkstoff-Design zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Experimentelle Daten aufzubereiten und auszuwerten</li> <li>• Experimentelle Daten sowie deren Fehleranfälligkeit zu diskutieren, zusammenzufassen und zu präsentieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Das Praktikum schließt folgende Themen ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierung und Analyse von Protein-Ligand Komplexen</li> <li>• Berechnung von phys.-chem. und pharmakokinetischen Parametern</li> <li>• Pharmakophormodelle</li> <li>• Protein-Ligand Docking</li> <li>• Homologiemodellierung</li> <li>• Leitstrukturoptimierung</li> <li>• Biotransformation und Bestimmung von Metaboliten</li> <li>• Stabilitätsuntersuchungen von Arzneistoffen</li> <li>• Arzneistoff- und Arzneimittelanalytik</li> <li>• Bestimmung phys.-chem. und pharmakokinetischer Parameter</li> <li>• Drug-Monitoring</li> <li>• Enzymkinetik, Ligand-Bindungsstudien</li> <li>• Quantitative HPLC zur Arzneistoffquantifizierung</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>	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. Tanja Schirmeister
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	Blockpraktikum (3 Wochen ganztags) in der vorlesungsfreien Zeit

<b>Modul BAC</b>	<b>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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul BPC</b>	<b>Biophysikalische Chemie</b> <i>Biophysical 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 „Biophysikalische Chemie“	V	2 (1 o. 3)	P	2	69 h	3	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	2 (1 o. 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)						
<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, Ratengleichungen 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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul Tox1</b>	<b>Toxikologie 1</b> <i>Toxicology 1</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 „Allgemeine Toxikologie“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
b) Seminar „Molekulare und Zelluläre Toxikologie“	S	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
<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 (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) zu den Inhalten von a)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Grundlagen der menschlichen Organsysteme und des Nervensystems zu erklären, soweit dies zum Verständnis der Wirkung der behandelten Toxine relevant ist.</li> <li>die behandelten biogenen und nicht-biogenen Toxine zu nennen und deren molekularen Wirkungsmechanismen zu erklären.</li> <li>die Symptomatik der unterschiedlichen Vergiftungen zu beschreiben</li> <li>ihr Wissen anwenden, um anhand der Symptomatik auf eine spezielle Vergiftung und das auslösende Toxin zu schließen und (theoretisch) eine geeignete Therapie durchzuführen.</li> <li>ihr Wissen anwenden, um aktuelle Themen in den Medien einschätzen zu können. Hierzu gehören Themen wie Belastung mit Feinstaub, Krebserregenden Substanzen, neue psychoaktive Substanzen, welche für die Öffentlichkeit relevant sind.</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Originalveröffentlichungen aus dem Bereich der molekularen Toxikologie selbstständig aufzuarbeiten, die Daten der Originalveröffentlichungen mündlich zu präsentieren, zu bewerten und im Rahmen der Gruppe kritisch zu diskutieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Toxikologie</li> <li>Giftwirkungen (Rezeptortheorie, systemische Gifte, Konzentationsgifte, Summationsgifte etc)</li> <li>Chemische Mutagenese und Kanzerogenese, Gentoxine</li> <li>Schwermetalle, Lösungsmittel, Alkohole,</li> <li>Biologische Toxine (Pflanzen-, Bakterien-, Nahrungstoxine, Tiertoxine)</li> <li>Biozide, Toxische Arzneimittel, Toxikologie des Drogenkonsums,</li> <li>Therapie der Vergiftung</li> </ul> <p>b) Im Seminar werden die Themen chemische Mutagenese und Kanzerogenese weitergeführt und aktuelle Originalveröffentlichungen aus dem Bereich der Genotoxikologie besprochen. Hierzu gehören Themengebiete wie Altersforschung (Seneszenz), Mechanismen der Zytotoxizität, Mechanismen der Krebsentstehung, zelluläre Antwort auf genotoxischen Stress, DNA Reparatur.</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						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	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. Dr. Markus Christmann
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul ToxP</b>	<b>Toxikologie 2</b> <i>Toxicology 2</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 „Molekulare Methoden der Toxikologie“	FPr	2 (1 o. 3)	P	6	117 h	6	
<b>Um das Modul abzuschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	FPr						
Aktive Teilnahme	Gemäß § 5 Abs. 3						
Studienleistung(en)							
Modulprüfung	Klausur (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismen der DNA-Reparatur zu nennen und zu erklären.</li> <li>• Mechanismen des Zelltodes zu nennen und zu erklären.</li> <li>• toxische Wirkung von Strahlung und chemischen Genotoxinen zu nennen und die molekularen Mechanismen zu erklären.</li> <li>• toxikologisch relevante Untersuchungen (Bestimmung der Zytotoxizität und der Genotoxizität, Expressionsanalysen, mikroskopische Untersuchungen) durchzuführen.</li> <li>• die Durchführung und Ergebnisse der praktischen Untersuchungen angemessen zu protokollieren und auszuwerten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Im Rahmen des Praktikums sollen die Studierenden weiterführende theoretische Kenntnisse über Mechanismen der Mutagenese, Genotoxizität, DNA-Reparatur und Zelltodmechanismen, sowie praktisches Wissen bezüglich toxikologisch relevanter Techniken erlangen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismen der Zytotoxizität (Apoptose, Nekrose, Autophagie, ..)</li> <li>• Untersuchung von genotoxische Wirkungen: SCE, Aberrations, Punktmutationsassay</li> <li>• Toxizitäts- und Mutagenitätsassays, Ames-Test</li> <li>• Transkriptionelle und epigenetische Regulationsmechanismen</li> <li>• Prinzipien der toxikologischen Risikoermittlung</li> <li>• molekulare Ursachen des Alterns</li> <li>• postranslationale Modifikation von Proteinen</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Toxikologie 1“						
<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>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Markus Christmann						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul Immun1</b>	<b>Immunologische Grundlagen</b> <i>Immunological Principles</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) Vorlesung „Immunologische Grundlagen“	V	2 (1 o. 3)	P	2	69 h	3	
b) Seminar begleitend zu a)	S	2 (1 o. 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 (90 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 Zusammenhänge der Immunologie und eng verwandter Disziplinen wie Genetik und Molekularbiologie wiederzugeben</li> <li>• Die Bedeutung immunologischer Phänomene und aktuellen klinischen Therapieansätzen herzustellen</li> <li>• Die besondere Bedeutung der immunologischen Forschung für die Entwicklung von Therapien gegen Krebs, Allergien und Autoimmunerkrankungen nachzuvollziehen</li> <li>• Ein (vorgegebenes) immunologisches Thema selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren</li> <li>• Immunologische Themen angemessen zu diskutieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Vorlesung und Seminar schließen folgende Themen ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organe und Zellen des Immunsystems; Hämatopoese</li> <li>• Mechanismen der angeborenen Immunität</li> <li>• Entwicklung und Funktion von B-Zellen und Antikörpern</li> <li>• Entwicklung und Funktion von T-Zellen</li> <li>• Toleranzmechanismen</li> <li>• Bedeutung des Haupthistokompatibilitätskomplexes und der Antigenprozessierung</li> <li>• Genetische Modelle in der Immunologie</li> <li>• Signaltransduktion in Lymphocyten</li> <li>• Mucosales Immunsystem</li> <li>• Mechanismen der Infektionsabwehr</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>	Nur im Sommersemester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Michael Stassen						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Biologie, Master of Science Biomedizin						
<b>Sonstiges</b>	Vorlesungen finden in der ersten Semesterhälfte statt, gefolgt von den Seminaren in der zweiten Hälfte						

<b>Modul Immun2</b>	<b>Praktische Übungen Immunologie</b> <i>Practical Exercises in Immunology</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	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>	
Praktische Übung „Immunologie“	Ü	2 (1 o. 3)	P	8	96 h	6	
<b>Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:</b>							
Anwesenheit	Ü						
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 immunologische Arbeitstechniken anzuwenden</li> <li>• weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen immunologische Experimente durchzuführen</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten, auch mittels grundlegender statistischer Methoden</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>							
In den Übungen werden folgende Inhalte experimentell bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantifizierung von Cytokinen mittels ELISA und qRT-PCR</li> <li>• Nachweis der Mediatorfreisetzung aus aktivierten Mastzellen</li> <li>• Bestimmung der Aktivität von Reporter genen</li> <li>• Identifikation und Anreicherung definierter Zellpopulationen mittels FACS und MACS</li> <li>• Blutgruppenserologie</li> <li>• Anreicherung und Aktivierung von Granulocyt en</li> </ul>							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Immunologische Grundlagen“						
<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>	Nur im Sommersemester in der vorlesungsfreien Zeit						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), praktische Übung						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Michael Stassen						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Master of Science Biologie, Master of Science Biomedizin						
<b>Sonstiges</b>	Anmeldung im laufenden Semester erforderlich; Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit						

<b>Modul PB1</b>	<b>Pharmazeutische Biologie</b> <i>Pharmaceutical Biology</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 „Pharmazeutische Biologie I, II oder III“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
b) Seminar „Biogene Arzneimittel (Antibiotika, Gentechnisch Hergestellte Arzneimittel)“	S	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69 h	3	
<b>Um das Modul abzuschließen 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) zu den Inhalten von a)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
a) und b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende theoretische Kenntnisse der Pharmazeutischen Biologie einzuordnen und wiederzugeben</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
a) Arzneipflanzen, biogene und nicht biogene Arzneistoffe, Biotechnologie, Krebsentstehung b) Antibiotika, Pflanzliche Zytostatika, gentechnisch hergestellte Arzneimittel, pflanzliche Sekundärstoffe, technische Methoden der Pharmazeutischen Biologie							
<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>							
a) Jedes Semester (I, II und III im Wechsel) 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. Dr. Thomas Efferth							
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>							
Bachelor of Science Biomedizinische Chemie							
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul PBP</b>	<b>Praktikum Pharmazeutische Biologie</b> <i>Practical Course in Pharmaceutical Biology</i>						[Modul-Kennnummer]
<b>Pflicht- oder Wahlpflichtmodul</b>	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>	
Praktikum „Pharmazeutische Biologie III: Biologische und Phytochemische Untersuchungen“	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>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>pflanzliches Drogenmaterial nach deren Inhaltsstoffen aufzutrennen, die Ergebnisse auszuwerten und diese zu bewerten.</li> <li>grundlegenden molekularbiologische Techniken anzuwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Biologische und phytochemische Untersuchungen von Arzneipflanzen, Identifizierung von pflanzlichen Drogen nach dem Arzneibuch (DC), MS, HPLC, Isolierung von genomischer DNA, PCR, Transformation.							
<b>Zugangsvoraussetzung(en)</b>	Modul „Pharmazeutische Biologie“						
<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						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Thomas Efferth						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MiBiT</b>	<b>Mikrobiologie und Biotechnologie</b> <i>Microbiology and Biotechnology</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)	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 „Mikrobiologie“	V	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Biotechnologie“	V	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	a) In der Regel Klausur (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min) b) In der Regel Vortrag (25 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>							
<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die behandelten Inhalte der Mikrobiologie sicher und strukturiert wiederzugeben</li> <li>die wichtigsten Fachbegriffe zu definieren und in den richtigen Kontext einzuordnen</li> <li>die besonderen Merkmale der Bakterien aufzulisten; den Aufbau einer Bakterienzelle, die Funktion der bakteriellen Zellbestandteile und die Stoffwechselleistungen von Bakterien zu beschreiben</li> <li>die wichtigsten Sicherheitsbestimmungen in biotechnologischen Labors zu benennen</li> <li>die Bedeutung der Bakterien in der Natur und für den Menschen zu bewerten</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vertieftes Wissen in wichtigen Teilgebieten der Biotechnologie (Isolierung und Umgang mit Mikroorganismen, Fermentation, Aufarbeitung von Proteinen und Sekundärmetaboliten aus Submerskulturen von Pilzen) anzuwenden.</li> <li>Biotechnologische Sachverhalte zu interpretieren.</li> <li>wissenschaftliche Daten aus Datenbanken zu extrahieren</li> <li>unter Anleitung anspruchsvolle biochemische und biotechnologische Versuche zu planen</li> <li>die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>a) Mikrobiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau einer Bakterienzelle; mikroskopische Methoden</li> <li>Identifizierung und Kulturtechniken von Bakterien</li> <li>Nachweis von Mutationen; Stoffwechselphysiologie von Bakterien</li> <li>Regulation bei Bakterien; Aufbau und Eigenschaften von Bakteriophagen</li> </ul> <p>b) Biotechnologie: Theorie zum/zur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umgang mit Mikroorganismen und der Fermentation von Mikroorganismen,</li> <li>Medienoptimierung für Fermentationen von Mikroorganismen</li> <li>Isolierung biologisch aktiver Inhaltsstoffe</li> <li>Isolierung von Enzymen aus Kulturen höherer Pilze</li> <li>Charakterisierung von Wirkstoffen.</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>	Nur im Wintersemester						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Ralf Heermann
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul TPhys</b>	<b>Tierphysiologie</b> <i>Animal Physiology</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 „Physiologie, Neurobiologie und Verhalten der Tiere“	V	1 - 3 (1 - 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 (60 min), alternativ mündliche Prüfung (30 min)						
<b>Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen</b>							
Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• behandelten Inhalte der vegetativen Tierphysiologie und der Neurobiologie strukturiert wiederzugeben</li> <li>• einschlägige Fachbegriffe zu definieren und diese mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden</li> <li>• die physiologischen Funktionen und das Zusammenspiel tierischer und menschlicher Zellen, Organe und Organsysteme und die Steuerung durch das Nervensystem und Hormonsystem zu beschreiben</li> <li>• exemplarisch vermittelte tierphysiologische Prinzipien auf andere Mechanismen zu übertragen</li> <li>• sich zum Thema Tierversuche kompetent zu äußern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion und Interaktion von Organen</li> <li>• ökophysiologische Anpassungen an extreme Lebensräume</li> <li>• Regulation der Homöostase</li> <li>• Biochemie von Enzymen</li> <li>• Funktion und Wirkungsweise von Hormonen</li> <li>• zelluläre Erregbarkeit, Erregungsvorgänge, neuronale Verarbeitungsmechanismen</li> <li>• Sinnesphysiologie (z.B. Sehen, Hören, Gleichgewichtssinn, Schmecken, Riechen)</li> <li>• Neurophysiologie, Lernen und Gedächtnis</li> <li>• Verhaltensphysiologie, Orientierungsleistungen, innere Uhr</li> <li>• Vorgänge bei Muskelkontraktion, Verdauung, Atmung und Kreislauf</li> <li>• Leistungsphysiologie</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. Roland Strauß						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul PPhys</b>	<b>Pflanzenphysiologie</b> <i>Plant Physiology</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 „Pflanzenphysiologie“	V	1 - 3 (1 - 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 (60 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 wichtigsten pflanzenphysiologischen Fachbegriffe zu definieren und mündlich wie schriftlich richtig anzuwenden</li> <li>• physiologischen Prozesse und deren Koordination in Pflanzen und ihren Zellen korrekt zu beschreiben</li> <li>• exemplarisch vermittelte physiologische Prinzipien auf andere Lebensvorgänge zu übertragen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen der Kompartimente in Pflanzenzellen</li> <li>• primäre und sekundäre Reaktionen der Photosynthese; C4- und CAM-Pflanzen</li> <li>• photosynthetischer und dissimilatorischer Energiestoffwechsel</li> <li>• Bildung, Transport, Speicherung und Mobilisierung von Assimilaten; Lipid-, Protein- und Kohlenhydrat-Stoffwechsel;</li> <li>• Aufnahme und Transport von Mineralstoffen</li> <li>• Stoffkreisläufe (insbesondere Stickstoffkreislauf)</li> <li>• Aufbau und Funktion von Enzymen</li> <li>• Regulation der Pflanzenentwicklung, Hormone, Samenkeimung; Pflanzenkrebs</li> <li>• Lichtrezeptoren, Photomorphogenese, Anpassungen an abiotische Stressfaktoren</li> <li>• Wasserhaushalt, Wassertransport und Pflanzenernährung</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. Andreas Wachter						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie, Bachelor of Science Molekulare Biotechnologie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul EC</b>	<b>Elektrochemie</b> <i>Electrochemistry</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 „Elektrochemie“	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>							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul APP</b>	<b>Integriertes Analytisch-Präparatives Praktikum</b> <i>Integrated Analytical-Preparative Lab Course</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 „Analytische Methoden“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	1	34,5 h	1,5	
b) Praktikum „Analytisch-Präparatives Praktikum“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	9	40,5 h	4,5	
<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 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 Chemie						

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

<b>Modul EM</b>	<b>Elektronen in Molekülen</b> <i>Electrons in Molecules</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) Vorlesung „Elektronen in Molekülen“	V	1 o. 3 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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)							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul SK</b>	<b>Supramolekulare Katalyse</b> <i>Supramolecular Catalysis</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 „Supramolekulare Katalyse“	V	2 (1 o. 3)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MPC</b>	<b>Molekulare Photochemie</b> <i>Molecular Photochemistry</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 „Molekulare Photochemie“	V	1 o. 3 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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)							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul FMM</b>	<b>Praktikum Funktionale Molekulare Materialien</b> <i>Advanced Laboratory Course on Functional Molecular Materials</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 „Funktionale Molekulare Materialien“	FPr	2 (1 o. 3)	P	9	40,5 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	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul SpA</b>	<b>Instrumentelle Spurenanalytik I</b>						[Modul-Kennnummer]
	<i>Trace Analysis I</i>						
<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 „Anorganische Spuren- und Speziesanalytik (Inorganic Trace and Species Analysis)“	V	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Organische Spurenanalytik (Organic Trace Analysis)“	V	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>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 Elementanalytik 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>	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 Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul SpaP</b>	<b>Instrumentelle Spurenanalytik II</b> <i>Trace Analysis II</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 „Instrumentelle Spurenanalytik II (Trace Analysis II)“	FPr	2 (1 o. 3)	P	4	78 h	4	
b) Oberseminar begleitend zu a)	OS	2 (1 o. 3)	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 Nr. 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 Chemie
<b>Sonstiges</b>	

<b>Modul MC1</b>	<b>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) oder 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>	
<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>	
<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 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 MC1P</b>	<b>Praktikum Biomakromolekulare Chemie</b> <i>Practical Course Biomacromolecular 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 „Biomakromolekulare 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 und den grundlegenden Methoden der Polymercharakterisierung 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>biomedizinisch relevante Polymere herzustellen,</li> <li>effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Es werden Praktikumsversuche aus folgenden Bereichen ausgewählt: Experimente zur Polymersynthese: Radikalische Polymerisation, Polykondensation, lebende/kontrollierte Polymerisation, Copolymerisation, Polymerisation in Heterophase, Netzwerke; sowie Experimente zu biomimetischen Materialien, Modifikation von Biopolymeren, Siliconen und bioabbaubaren Polyestern.							
<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>	Univ.-Prof. Dr. Holger Frey						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Bachelor of Science Biomedizinische Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MC2</b>	<b>Moderne und Industrielle Aspekte von Polymermaterialien</b> <i>Modern and Industrial Aspects of Polymer Materials</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 Polymermaterialien“ Teil 2: „Physikalische Chemie von Polymermaterialien“	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)							
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>	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 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 MC3</b>	<b>Kolloidchemie und Medizinisch Relevante Polymere</b> <i>Colloid Chemistry and Medical Polymers</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 „Kolloidchemie“	V	1 o. 3 (2)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Medizinisch Relevante Polymere“	V	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	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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MC4</b>	<b>Komplexe (Supra)Molekulare Systeme und Biopolymere</b> <i>Complex (Supra)Molecular Systems and Biopolymers</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) Vorlesung „Komplexe (Supra)Molekulare Systeme“	V	2 (1 o. 3)	P	2	69 h	3	
b) Vorlesung „Biopolymere“	V	2 (1 o. 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.						
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MMPC</b>	<b>Moderne Methoden der Physikalischen Chemie</b> <i>Modern Methods of Physical 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 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 der Physikalischen Chemie“	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>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>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester						
<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>							
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Gerald Hinze						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul MMPCP</b>	<b>Praktikum: Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie</b> <i>Internship Modern Methods of Spectroscopy and Microscopy</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 „Moderne Methoden der Spektroskopie und Mikroskopie“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	3	103,5 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>							
<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</b>	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum						
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	apl. Prof. Dr. Gerald Hinze						
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	Master of Science Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul KC</b>	<b>Einführung in die Kernchemie</b> <i>Introduction to Nuclear 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 „Einführung in die Kernchemie“	V	1 - 3 (1 - 3)	P	2	69,0 h	3,0	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	1 - 3 (1 - 3)	P	1	34,5 h	1,5	
c) Seminar ergänzend zu a)	S	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	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>	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. Dr. 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 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 KCP</b>	<b>Kernchemisches Praktikum 1</b> <i>Lab Course Nuclear Chemistry 1</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 „Praktikum Kernchemie für Fortgeschrittene 1“	FPr	1 - 3 (1 - 3)	P	6	72,0 h	4,5	
b) Seminar begleitend zu a)	S	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, 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. Dr. 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 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 QC1</b>	<b>Grundlagen der Quantenchemie</b> <i>Principles of Quantum 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 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 o. 3 (2)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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)							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul PQC</b>	<b>Programmieren in der Quantenchemie</b> <i>Programming in Quantum 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) Praktikum „Programmieren in der Quantenchemie“	FPr	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	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 lizensierter 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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>	Blockpraktikum						

<b>Modul CCP</b>	<b>Computerchemie in der Praxis</b> <i>Practical Computational 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) Praktikum „Computerchemie“	FPr	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	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 Chemie							
<b>Sonstiges</b>							
Blockpraktikum							

<b>Modul MTTC</b>	<b>Moderne Themen der Theoretischen Chemie</b> <i>Contemporary Topics of Theoretical 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 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 Themen der Theoretischen Chemie“	V	2 (1 o. 3)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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							
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>	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 Chemie						
<b>Sonstiges</b>							

<b>Modul KIWE</b>	<b>KI in Wirkstoffforschung und Entwicklung</b>						[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 „KI in der Gesundheit“	V	2 (1 o. 3)	P	3	103,5 h	4,5	
b) Übung begleitend zu a)	Ü	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							
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 computergestützte Entwicklung von Arzneimitteln spielt sowohl in der Industrie als auch in der akademischen Umgebung eine gewichtige Rolle bei der Entwicklung von pharmazeutisch relevanten Wirkstoffen. Nach Abschluss dieses theoretischen und praktischen Kurses sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Berechnungsmethoden im Bereich der Entdeckung und des Designs von Arzneimitteln anzuwenden</li> <li>• Taktiken zu diskutieren, die im akademischen/industriellen Umfeld bei der Arzneimittel-Entwicklung anwendbar sind</li> <li>• Daten zu Optimierungsmethoden und -verfahren für kleine Moleküle zu bewerten und zu interpretieren</li> <li>• Verständnis zur Rolle von KI-Applikationen beim Design neuer Verbindungen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung in das computergestützte Wirkstoffdesign (CADD) und zu KI bei CADD</li> <li>2) Ligand-basierte Ansätze im Wirkstoffdesign <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Klassische Ansätze im Ligand-Design (Virtuelles Screening, Pharmakophor-Screening, Struktur-Aktivitäts-Beziehungen)</li> <li>b) KI-Ansätze im Ligand-Design (überwachtes/nicht-überwachtes Lernen, Generative Modelle wie z.B. GAN/VAE)</li> </ol> </li> <li>3) Struktur-basierte Ansätze in der Wirkstoffforschung <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Übersicht zur Struktur und Funktion von Biomolekülen <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Protein- und Nukleinsäure-Faltung</li> <li>2) Einfluss der Mutation auf Stabilität und Funktion</li> <li>3) Methoden zur Strukturbestimmung</li> </ol> </li> <li>b) Molekulares Docking <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Klassische Ansätze (virtuelles Screening, Cross-Docking)</li> <li>2) KI-Ansätze (Diffusionsmodelle, flow-based models)</li> </ol> </li> <li>c) Molekül-Dynamik <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Klassische MD-Ansätze (Freie Bindungsenergien)</li> <li>2) KI-basierte MD-Ansätze (flow-based models, autoencoders)</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>4) KI-Anwendungen in der Wirkstoffforschung <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Freie-Energie-Ansätze</li> <li>b) Eigenschaftsvorhersagen (ADME)</li> </ol> </li> </ol>							
<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>	Englisch						
<b>Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote</b>	Unbenotet						
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Sommersemester						

<b>Begründung der Anwesenheitspflicht</b>	
<b>Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter</b>	Univ.-Prof. Dr. Paul Czodrowski
<b>Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen</b>	
<b>Sonstiges</b>	

## Bemerkungen

Ausgehend von einer bestimmte 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
OS	Oberseminar
P	Pflicht
Pr	Praktikum
S	Seminar
SWS	Semesterwochenstunden
u.a.	unter anderem
Ü	Übung
z.B.	zum Beispiel