

# MODULHANDBUCH: Masterstudiengang Biochemie

## Pflichtmodule:

[1.1] <i>Advanced Cell Biology</i>	Zellbiologie für Fortgeschrittene	Pflichtmodul	8 CP (insg.) = 240 h				5 SWS
			Kontaktstudium 5 SWS / 75 h	Selbststudium 165 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><b>Vorlesung:</b> Autophagie, mitochondriale Zellbiologie, nicht-membranöse Organellen / Phasenübergänge, Endozytose und Membranverkehr, Optogenetik in der Zellbiologie, andere aktuelle Entwicklungen in der Zellbiologie, moderne Methoden in der Zellbiologie.</p> <p><b>Seminar:</b> Aktuelle zellbiologische Originalliteratur wird im Literaturseminar anhand eines Seminarvortrags vorgestellt (studentische Zweier- oder Dreiergruppen), im Plenum diskutiert und bewertet.</p> <p><b>Praktikum:</b> Zellbiologische Grundlagenexperimente anhand von kultivierten Säugerzellen. Zellkultur, Steriltechniken, Prüfen auf Kontaminationen (PCR, Fluoreszenzfärbung von Mycoplasma), Transfektion von Zellen, Lichtmikroskopie, (Immun-) Fluoreszenzmikroskopie, Anfärben bestimmter Zellarten, Organellen oder Zytoskelettelemente in fixierten oder unfixierten Zellen, Ca<sup>2+</sup>-imaging, Luziferase Test und RNAi.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Nach erfolgreichem Absolvieren sind die Studierenden in der Lage, Grundlagen, Methoden sowie komplexe Zusammenhänge in der Zellbiologie zu verstehen und aktuelle Forschungsliteratur kritisch zu bewerten. Außerdem haben sie anhand ausgewählter praktischer Experimente an kultivierten Zellen grundlegende Methoden kennengelernt und Fertigkeiten erworben, so dass sie diese, z.B. im Rahmen einer Masterarbeit, entsprechend in einem eigenen Forschungsprojekt oder in der späteren Berufstätigkeit anwenden können.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Praktikum: Klausur zur Vorlesung							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Das Praktikum findet als Blockpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit statt (jeweils maximal 20 Studierende).							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Zelluläre und Molekulare Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesung: Wintersemester</li> <li>- Seminar: Sommersemester</li> <li>- Praktikum: Winter- und Sommersemester in der vorlesungsfreien Zeit</li> </ul>					
<b>Dauer des Moduls</b>		2 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Gottschalk					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme</li> <li>- Praktikum: Regelmäßige Teilnahme</li> </ul>					
<b>Leistungsnachweise</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminar: Vortrag</li> <li>- Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche</li> </ul>					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Seminar, Praktikum					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch, Englisch auf Wunsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Schriftliche Abschlussprüfung zur Vorlesung (Klausur, 90 Min.)					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Zellbiologie für Fortgeschrittene	V	1	2			
	Aktuelle Themen aus der Zellbiologie	S	2		4		
	Zellbiologie	P	2		2		
	SUMME		7	8			

[1.2] <i>Modern Methods of Biochemistry</i>	<b>Moderne Methoden der Biochemie</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>7 CP (insg.) = 210 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium</b> 150 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung</u>: Allgemeine Methoden und Überblick; Zentrifugationstechniken quantitative Proteinbestimmung; immunologische Techniken; chromatographische Techniken; Modifikation und Spaltung von Proteinen; elektrophoretische Verfahren; Kapillarelektrophorese; Aminosäureanalyse; Proteinsequenzierung; Massenspektrometrie; Peptidfestphasensynthese; Rastersondenmikroskopie; Einzelmolekültechniken; evolutive Biochemie; Expressionssysteme</p> <p><u>Seminar</u>: Aktuelle Veröffentlichungen mit zum Teil neuen Methoden werden im Seminar vorgestellt. Die eingesetzten Methoden werden besprochen und alternative Lösungsansätze diskutiert. Dabei werden auch die Vor- und Nachteile einzelner Methoden erarbeitet.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p><u>Vorlesung</u>: Die Studierenden erlangen ein vertieftes Verständnis verschiedener biochemischer Techniken, so dass sie die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden abschätzen und basierend auf diesem Wissen selbstständig die beste Methode für eine wissenschaftliche Fragestellung identifizieren können.</p> <p><u>Seminar</u>: Die Studierenden können die Aussagekraft einzelner Experimente und die Qualität von Veröffentlichungen anhand der eingesetzten Methoden bewerten.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Tampé					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		Seminar: Vortrag (in Englisch)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch, Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Mündliche Abschlussprüfung zur Vorlesung (40 Min.)					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Moderne Methoden der Biochemie	V	2	3			
	Methodenseminar	S	2	4			
	SUMME		4	7			

[1.3] <i>Methods for the structure determination of biomolecules</i>	<b>Methoden zur Strukturbestimmung von Biomolekülen</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>8 CP (insg.) = 240 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60h	<b>Selbststudium</b> 180 h			
<b>Inhalte</b>							
<p>Zum Verständnis der Funktion biologischer Moleküle ist die Kenntnis ihrer 3D-Struktur unabdingbar. In diesem Modul werden die wichtigsten Methoden eingeführt und die dafür notwendigen physikalischen Grundlagen vermittelt.</p> <p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen der Spektroskopie</li> <li>• CD-Spektroskopie</li> <li>• Fluoreszenzspektroskopie (FRET, Einzelmolekülfluoreszenz, Anisotropie, FCS)</li> <li>• EPR-Spektroskopie</li> <li>• NMR Spektroskopie (L-NMR + FK-NMR)</li> <li>• Röntgenstrukturanalyse</li> <li>• Elektronenmikroskopie</li> <li>• Methoden der Datenerfassung und Datenanalyse sowie der Strukturrechnung.</li> </ul> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar wird der Stoff der Vorlesung durch die Diskussion konkreter Anwendungsbeispiele vertieft. Eine zentrale Rolle spielen hierbei von den Studierenden zu haltende Referate, die entweder Themen aus der Vorlesung vertiefen oder aktuelle Anwendungsbeispiele aus der Literatur vorstellen. Zusätzlich werden Lösungen zu Übungsaufgaben besprochen, welche in der Vorlesung ausgegeben werden.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Nach Absolvieren des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die vermittelten Methoden und technischen Details kritisch beurteilen</li> <li>• für bestimmte Fragestellungen die richtigen Methoden auswählen</li> <li>• mit produzierten Daten rechnen und die Ergebnisse diskutieren</li> <li>• aktuelle Themen und Anwendungsbeispiele aus der Literatur einem Fachpublikum vorstellen</li> </ul>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Glaubitz					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme, Bearbeitung der Übungsaufgaben					
<b>Leistungsnachweise</b>		Seminar: Referat					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch / Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Mündliche Abschlussprüfung (30 Min.)					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Methoden zur Strukturbestimmung von Biomolekülen	V	2	4			
	Methoden zur Strukturbestimmung von Biomolekülen	S	2	4			
	SUMME		4	8			

[1.4] <i>Advanced methods in biochemistry and biophysics</i>	<b>Methodenpraktikum für Fortgeschrittene</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>10 CP (insg.) = 300 h</b>		<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 4 SWS / 60h</b>	<b>Selbststudium 240 h</b>	
<b>Inhalte</b>					
Das Praktikum besteht aus 5 verschiedenen Versuchsteilen, die ganztags in Gruppen von zwei Studierenden durchgeführt werden.					
<u>Methodenpraktikum für Fortgeschrittene I:</u>					
1. <b>Rekonstituierung eines Membranproteins:</b> Es sollen anhand eines typischen Membranproteins alle proteinbiochemischen Arbeitsschritte durchgeführt werden die nötig sind, um Proben für weiterführende funktionale oder strukturbiologische Studien herzustellen. Dies involviert Produktion des Membranproteins in <i>E. coli</i> , Zellaufschluss, Membranisolierung, Solubilisierung, Reinigung und Einbau des Membranproteins in Liposomen.					
2. <b>Strukturbestimmung eines Proteins mittels Lösungs-NMR:</b> Die Studierenden erhalten eine Einführung in mehrdimensionale Spektroskopie an einem NMR-Gerät. Anschließend werten sie 3D und 2D Spektren am Computer aus und berechnen die Struktur des Proteins.					
3. <b>Strukturermittlung von Lysozym mit Hilfe der Röntgenstrukturanalyse:</b> Die Studierenden setzen Kristallisationsexperimente an und montieren anschließend die entstandenen Kristalle auf eine Röntgenanlage. Die Streustrahlung der Kristalle nach Röntgenlichtbeschuss wird nun quantitativ aufgezeichnet und daraus die Struktur des Proteins mittels „Molecular Replacement“ gelöst.					
4. <b>Elektrophysiologie:</b> Die Studierenden untersuchen die elektrischen Eigenschaften von Zellen und von in der Membran exprimierten Proteinen (lichtinduzierbarer Kationenkanal Channelrhodopsin-2). Dazu werden Two-Electrode Voltage Clamp (TEVC)-Versuche an <i>Xenopus laevis</i> Oozyten und Messungen mittels des Nematrix-Screenchip-Systems am Nematoden <i>C. elegans</i> durchgeführt und analysiert.					
<u>Methodenpraktikum für Fortgeschrittene II:</u>					
5. <b>Massenspektrometrie:</b> Die Studierenden nehmen unter Anleitung MALDI- und ESI-Massenspektren von Peptiden und Proteinen auf. Anhand der Spektren erlernen die Studierenden die Interpretation der erhaltenen Daten, inklusive der Sequenzbestimmung von Peptiden aus MS/MS-Daten. Mit vorbereiteten PMF-Spektren von enzymatischen Proteinrestriktionen (PMF = Peptide Mass Fingerprint) wird die Identifizierung von Proteinen mittels Datenbanken erlernt.					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
Nach Absolvieren des Moduls können die Studierenden:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne biophysikalische Methoden im Labor anwenden</li> <li>• für spezifische biophysikalische Fragestellungen die richtigen Techniken auswählen</li> <li>• relevante Daten exakt erfassen und auswerten</li> <li>• erhaltene Ergebnisse korrekt darstellen und interpretieren</li> </ul>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Modul <i>Methoden zur Strukturbestimmung von Biomolekülen</i> .					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Biochemie / FB14		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			- Teil I: Wintersemester - Teil II: Sommersemester einige Versuchsteile finden in der vorlesungsfreien Zeit statt		
<b>Dauer des Moduls</b>			2 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Dr. Liewald		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>			Regelmäßige Teilnahme		
<b>Leistungsnachweise</b>			Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche		
<b>Lehr- / Lernformen</b>					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch / Englisch		
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>		
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Mündliche Abschlussprüfung (45 Min.)		
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>					
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>					

	LV-Form	SWS	Semester CP			
			1	2	3	4
Methodenpraktikum für Fortgeschrittene I	P	3	8			
Methodenpraktikum für Fortgeschrittene II	P	1		2		
SUMME		4	10			

[1.5] <i>Cellular Biochemistry and Current Research Topics</i>	<b>Zelluläre Biochemie und aktuelle Forschungsthe- men</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>9 CP (insg.) = 270 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 4 SWS / 60 h</b>	<b>Selbststudium 210 h</b>			
<b>Inhalte</b>							
<p>In diesem Modul werden Inhalte aus dem Bereich der zellulären Biochemie vermittelt und diese durch die Studierenden über die Formulierung eines hypothetischen Forschungsvorhabens aktiv rezipiert. Hierdurch werden auch Kompetenzen in der Erstellung wissenschaftlicher Texte trainiert.</p> <p><b>Vorlesung:</b> Chaperon-vermittelte Proteinfaltung; Proteinmissfaltung und Krankheiten; Prinzipien der proteasomalen Proteindegradation; Ubiquitylierung; Ubiquitin-Proteasomweg; ER-assoziierte Proteindegradation (ERAP); Protein-translokation und -sekretion; Insertionsmechanismen von Typ-I, -II, -III-Membranproteinen; alternative Wege der Membranproteininsertion; Pathobiochemie von ABC-Transporter; Mechanismen der Signaltransduktion, G-gekoppelte Rezeptoren; Rezeptor-Tyrosinkinasen; Plasmamembranorganisation; Apoptose; Zellzyklusregulation</p> <p><b>Seminar:</b> Einführung in das kritische Lesen von Publikationen; Identifikation von zukunftsweisenden Themen für ein förderwürdiges Forschungsvorhaben; Formulieren von Hypothesen sowie wissenschaftliche Beweisführung zu deren Verifikation; Verfassen eines Forschungsvorhabens in englischer Sprache; Präsentation und Verteidigung dieses Forschungsvorhabens bei einer Begutachtung, Zeitmanagement.</p> <p>Nach Vermittlung dieser Lehrinhalte im Rahmen der Vorlesung und des Seminars stellen die Studierenden in Gruppen Forschungsvorhaben zu vorgegebenen aktuellen Themen aus dem behandelten Themenkanon vor.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p><b>Vorlesung:</b> Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Wissen von elementaren biochemischen Prozessen in der Zelle. Dies ermöglicht ihnen neueste Entwicklungen der zellulären Biochemie zu verstehen und zu beurteilen.</p> <p><b>Seminar:</b> Basierend auf intensiver Literaturstudie identifizieren die Studierenden forschungsrelevante, zukunftsweisende Themen. Daraus entwickeln die Studierenden in Gruppenarbeit interessante Fragestellungen, die in der Ausarbeitung eines Forschungsantrages münden. Dabei wägen die Studierenden die anzuwendenden Methoden ab und skizzieren die zu erwartenden Ergebnisse. Die Studierenden verfassen ein Forschungsvorhaben in englischer Sprache und präsentieren und verteidigen ihr Forschungsvorhaben vor einem Gutachtergremium. Sie erlernen dabei im Dialog miteinander als Team zu arbeiten und Aufgaben zu delegieren</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Modul <i>Moderne Methoden der Biochemie</i>							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Tampé					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		Seminar: schriftlicher Gruppenausarbeitung (Proposal auf Englisch), Präsentation (Englisch)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Englisch / Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Mündliche (30 Min.) oder schriftliche (Klausur 180 Min.) Abschlussprüfung zur Vorlesung					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		IV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Zelluläre Biochemie	V	2		3		
	Erstellen eines Gruppenforschungsvorhabens	S	2		6		
	SUMME		4		9		

[1.6] <i>Structural Bioinformatics</i>	<b>Strukturelle Bioinformatik</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>6 CP (insg.) = 180 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium</b> 120 h			
<b>Inhalte</b>							
<p>Die Lehrveranstaltung gibt eine Einführung in die Programmierung und zwei zentrale Methoden der strukturellen Bioinformatik, die Moleküldynamiksimulation und die Modellierung von Proteinstrukturen. Die Übungen vermitteln praktische Erfahrung am Computer mit Programmieren, Moleküldynamiksimulationen bzw. Strukturmodellierung von Proteinen sowie der Analyse von MD Trajektorien und dreidimensionalen Strukturen.</p> <p><u>Vorlesung &amp; Übung - <i>Programming for Biochemists</i></u>: Der erste Teil der Lehrveranstaltung vermittelt die Grundlagen einer Programmiersprache, z.B. Python. Die Teilnehmenden schreiben verschiedene kleinere und nützliche Programme und entwickeln ein allgemeines Verständnis für Methoden der Programmierung.</p> <p><u>Vorlesung &amp; Übung - <i>Strukturelle Bioinformatik</i></u>: Der zweite Teil der Lehrveranstaltung ermöglicht es den Teilnehmenden, professionelle Software für die MD Simulation und Strukturmodellierung kennenzulernen, damit Rechnungen für Proteine durchzuführen und die Ergebnisse auszuwerten.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Ziel der Lehrveranstaltung ist es, die Möglichkeiten und Grenzen dieser rechnerischen Methoden realistisch einschätzen sowie entsprechende Softwarepakete und eine Programmiersprache als Werkzeuge einsetzen zu können.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Die Veranstaltungen finden als Blockkurs im Semester statt.							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Güntert					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Übungen: Regelmäßige und aktive Teilnahme, Bearbeitung der Übungsaufgaben					
<b>Leistungsnachweise</b>							
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch und Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Schriftliche Abschlussprüfung (Klausur, 60 Min.)					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		IV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Programming for Biochemists	V+Ü	2		3		
	Strukturelle Bioinformatik	V+Ü	2		3		
	SUMME		4		6		

[1.7] <i>Preparing and defending a research proposal</i>	<b>Erstellung und Verteidigung eines Forschungsvorhabens</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>8 CP (insg.) = 240 h</b>				<b>SWS</b>	
			<b>Kontaktstudium</b>	<b>Selbststudium 240 h</b>				
<b>Inhalte</b>								
<p>Aufbauend auf dem Seminar des Modul <i>Zelluläre Biochemie und aktuelle Forschungsthemen</i> sollen die Studierenden befähigt werden, selbstständig eine sinnvolle und relevante Fragestellung aus dem Bereich der Biochemie zu identifizieren, methodische Ansätze zu ihrer Beantwortung vorzuschlagen sowie dies in einem strukturierten Text in Anlehnung an einen Drittmittelantrag zu formulieren.</p> <p>Das Thema muss von den Studierenden individuell entwickelt werden und sollte aus dem Themenspektrum, welches sich zwischen zellulärer Biochemie und biophysikalischer Chemie erstreckt, abgeleitet werden. Es kann sich hierbei beispielsweise um aktuelle Themen aus der Membranproteinforschung, aus der RNA-Biologie, Signaltransduktion, Strukturbiologie, Spektroskopie oder Elektrophysiologie handeln.</p> <p>Die Projektbeschreibungen werden von den Studierenden unter individueller Betreuung eines Hochschullehrers der Fächer Biochemie oder Biophysikalischer Chemie ausgearbeitet. Hierbei werden durch interaktiven Diskurs Kenntnisse in Methoden, Textanalyse, Dateninterpretation vermittelt sowie Hinweise zur Erstellung einer Projektskizze sowie zur Machbarkeit des Vorhabens gegeben. Die Präsentation der Projektskizze in Form eines Vortrages wird von einer detaillierten wissenschaftlichen Diskussion begleitet in der Kenntnisse und Feedback zum Thema, zur Machbarkeit und zur Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge vermittelt werden.</p>								
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>								
<p>Nach Besuch des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• neueste Entwicklungen der Biochemie verstehen und beurteilen.</li> <li>• in der Fachliteratur forschungsrelevante und zukunftsweisende Themen identifizieren</li> <li>• selbstständig Hypothesen formulieren und eine wissenschaftliche Argumentation in einem logisch strukturierten Text kohärent darstellen</li> <li>• selbstständig ein Forschungsvorhaben ausarbeiten und präsentieren bzw. verteidigen</li> <li>• sich wissenschaftlich präzise in der englischen Sprache ausdrücken bzw. kommunizieren,</li> </ul>								
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>								
Module <i>Zelluläre Biochemie und aktuelle Forschungsthemen</i> sowie <i>Methodenpraktikum für Fortgeschrittene</i>								
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>								
Keine								
<b>Organisatorisches</b>								
Abgabetermine der Forschungsvorhaben sind der 31.01. und 30.06. eines jeden Jahres.								
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>				Master Biochemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>								
<b>Häufigkeit des Angebots</b>								
Wintersemester & Sommersemester								
<b>Dauer des Moduls</b>								
1 Semester								
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>								
PD Dr. Abele								
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>								
keine								
<b>Teilnahmenachweise</b>								
<b>Leistungsnachweise</b>								
<b>Lehr- / Lernformen</b>								
Projekt								
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>								
Englisch / Deutsch								
<b>Modulprüfung</b>								
<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>								
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>								
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>								
- Proposal (auf Englisch) - Präsentation des Proposals (15 Min.) - Kolloquium zum Proposal (45 Min.)								
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>								
Arithmetisches Mittel aus den drei Teilprüfungen.								
			LV-Form	SWS	Semester CP			
					1	2	3	4
Erstellung und Verteidigung eines Forschungsvorhabens			Pro				8	
SUMME							8	



[1.8] <i>Research Internship I and II</i>	<b>Forschungspraktika I und II</b>	<b>Pflichtmodul</b>	<b>10+10 CP (insg.) = 600+600 h</b>				<b>30 + 30 Arbeitstage</b>
			<b>Kontaktstudium 240+240 h</b>	<b>Selbststudium 360+360 h</b>			
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Literaturrecherche</li> <li>Einarbeitung in wissenschaftliche Fragestellungen</li> <li>Bearbeitung eines Forschungsprojekts mit begrenztem Umfang</li> <li>Verfassen eines Protokolls</li> <li>Präsentation des Projekts</li> </ul> <p>Die Forschungspraktika dienen der Orientierung bei der Auswahl des Forschungsgebiets für die Masterarbeit.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Nachdem die Studierenden das Praktikum absolviert haben, können sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ein Forschungsprojekt in seiner Umsetzung planen</li> <li>ein wissenschaftliches Forschungsexperiment durchführen</li> <li>die Ergebnisse mit modernen Methoden auswerten und interpretieren</li> <li>ein Protokoll mit dem Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit verfassen</li> <li>die Ergebnisse in der Arbeitsgruppe präsentieren</li> </ul>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Im Regelfall sollte eines der Praktika in einem der Arbeitskreise der Lehrereinheit Biochemie bzw. der am Studiengang Biochemie direkt beteiligten Fachbereiche und Institute der Goethe Universität erfolgen. Dazu zählen auch das MPI für Biophysik und Arbeitskreise am PEL, die in der von der Studienkommission Biochemie verabschiedeten Liste aufgeführt sind. Ebenso können Praktika in den Lehrereinheiten Chemie und Pharmazie, am Fachbereichen 13 (Physik) oder 15 (Biowissenschaften) absolviert werden, wenn ein Thema der Biochemie bzw. Biophysikalischen Chemie abgedeckt wird.</p> <p>Werden die Praktika außerhalb der am Studiengang beteiligten Arbeitskreisen absolviert, z.B. am Fachbereich 16 (Medizin), in der Industrie oder im Ausland, muss eine/ein Hochschullehrer/in der Lehrereinheit Biochemie zusätzlich als Betreuer fungieren. Zur Feststellung des Themas ist vorab Rücksprache mit diesem Betreuer zu halten.</p> <p>Beide Praktika können außerdem auf Antrag (beim Prüfungsausschuss) für ein Auslandspraktikum oder für ein Praktikum außerhalb des regulären Wohnorts des Studierenden zusammengefasst werden.</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		jedes Semester, nach Absprache mit den Arbeitsgruppenleitern; auch in der vorlesungsfreien Zeit					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester (30 Arbeitstage)					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Vorsitzende des Prüfungsausschusses					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>							
<b>Leistungsnachweise</b>		Die praktische Tätigkeit und das Protokoll werden gleichermaßen bewertet. Aus beiden Teilen wird eine Note als Gesamtwürdigung gebildet.					
<b>Lehr- / Lernformen</b>							
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch / Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Forschungspraktikum I (30 Arbeitstage)	P				10	
	Forschungspraktikum II (30 Arbeitstage)	P				10	
	SUMME					20	

[1.9] <i>Master's thesis</i>	Masterarbeit	Pflichtmodul	30 CP (insg.) = 900 h				6 Mo- nate
			Kontaktstudium	Selbststudium 900 h			
<b>Inhalte</b>							
Die Studierenden arbeiten sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen biochemischen und zellbiologischen Forschung ein. Ausgehend vom Stand der Forschung werden Lösungswege für die wissenschaftliche Fragestellung zunächst aufgezeigt und dann umgesetzt. Sie wenden dabei geeignete wissenschaftliche Methoden zunehmend selbständig an und stellen die Ergebnisse schriftlich in der Masterarbeit in wissenschaftlichem Veröffentlichungsstil dar.							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges Bearbeiten eines wissenschaftlichen Themas</li> <li>• Projektplanung und –durchführung</li> <li>• Anwendung des Methodenwissens auf einen anspruchsvollen biochemischen Sachverhalt</li> <li>• Wissenschaftliche Dokumentation</li> <li>• Datenanalyse und –interpretation</li> <li>• Graphische Aufbereitung wissenschaftlicher Ergebnisse</li> <li>• Vertiefung der Problemlösungskompetenz und des Transfers von Methodenwissen</li> <li>• Darstellung, wissenschaftliche Bewertung und Diskussion der Lösungsansätze zum Thema der Masterarbeit in schriftlicher Form</li> </ul>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Im Masterstudiengang müssen 60 CP nachgewiesen werden. Um die Zulassung zur Masterarbeit beantragen zu können, muss im Modul <i>Erstellung eines frei gewählten Forschungsvorhabens</i> der Forschungsantrag eingereicht worden sein.							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Masterarbeiten-Arbeiten können angefertigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei den ProfessorInnen und PDs des Studienganges Biochemie,</li> <li>- bei biochemisch arbeitenden Arbeitsgruppen der FB 13, FB 14 und FB 15 (ZweitgutachterIn muss in diesem Falle aus dem Bereich der HochschullehrerInnen des Studienganges Biochemie kommen),</li> <li>- am MPI für Biophysik (ZweitgutachterIn muss in diesem Falle aus dem Bereich der HochschullehrerInnen des Studienganges Biochemie kommen),</li> <li>- am PEI, wenn der betreffende Arbeitskreis in den von der Studienkommission Biochemie verabschiedeten Liste (auf der Studiengangshomepage) aufgeführt ist (ZweitgutachterIn muss in diesem Falle aus dem Bereich der HochschullehrerInnen des Studienganges Biochemie kommen).</li> </ul> <p>Wird die Arbeit in englischer Sprache verfasst, ist eine deutsche Zusammenfassung erforderlich.</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Biochemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			jederzeit nach Absprache mit den ArbeitsgruppenleiterInnen				
<b>Dauer des Moduls</b>			6 Monate				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Vorsitzende des Prüfungsausschusses				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>							
<b>Leistungsnachweise</b>							
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Angeleitetes Arbeiten im Labor				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch / Englisch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Schriftliche Masterarbeit (6 Monate, i.d.R. ca. 70 Seiten, überschreitet i.d.R. nicht 90 Seiten)				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		IV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Masterarbeit	MA	12				30
	SUMME		12				30

## Wahlpflichtmodule

Im Wahlpflichtbereich müssen Wahlpflichtmodule oder Veranstaltungen im Umfang von insgesamt 14 CP absolviert werden. Neben den hier aufgeführten Wahlpflichtmodulen können auch Module oder Teilmodule von anderen Lehreinheiten und Fachbereichen der Johann Wolfgang Goethe-Universität zugelassen und absolviert werden. Für die Zulassung ist rechtzeitig, vor Beginn, eine Modulbeschreibung im Prüfungsamt einzureichen. Nach den einschlägigen Ordnungen des anbietenden Fachbereichs, in ihrer jeweils gültigen Fassung, enthält sie die zu erbringenden Teilnahme-/ Leistungsnachweise sowie die für die Module vergebenen Kreditpunkte. Für die Anrechnung von Teilmodulen wird empfohlen, zu Beginn der Lehrveranstaltung mit den Lehrenden zu klären, unter welchen Umständen ein Leistungsnachweis erfolgen kann.

[2.1] <i>Cellular and Molecular Neurobiology</i>	Zelluläre und Molekulare Neurobiologie	Wahlpflichtmodul	5 - 8 CP (insg.) = 150 - 240 h		2 - 6 SWS
			Kontaktstudium 2-6 SWS / 30-90 h	Selbststudium 120-150 h	
<b>Inhalte</b>					
<p><b>Vorlesung:</b> Geschichte der Neurowissenschaften, Aufbau des menschlichen Gehirns, Zellen des Nervensystems, Struktur und Funktion von Nervenzellen, Kompartimente von Neuronen, neuronales Zytoskelett und Transport in Neuronen, Strukturprinzipien einfacher Nervensysteme. Elektrische Eigenschaften von Neuronen, Nernstpotential, Kabeltheorie, passive und aktive elektrische Eigenschaften der neuronalen Membran, räumliche und zeitliche Summation, Aktionspotential, Elektrophysiologie. Spannungsgesteuerte Ionenkanäle, Strukturen und Funktion. Elektrische und chemische Synapsen, synaptische Plastizität, Neurotransmitter, Neuropeptide. Optogenetische Methoden. Präsynaptische Strukturen und Mechanismen der Neurotransmitterfreisetzung. SNAREs, synaptische Vesikel und deren „Zyklus“. Postsynaptische Organisation und Mechanismen. Postsynaptische Plastizität, mRNA Transport in Dendriten, lokale Translation. Metabotrope und ionotrope (nAChR, P2XR, AMPAR, NMDAR) Transmitter Rezeptoren, Chemorezeptoren, Strukturen und Funktion, 2nd Messenger und Kinasekaskaden. Sinnesrezeptorzellen (mechano-, chemo-, photo-, nozi-) und Rezeptoren, Verarbeitung sensorischer Signale im Gehirn. Olfaktorisches System. Thermorezeption. Neuronale Entwicklungsbiologie, Morphogenese, Axogenese und Zielführung, Zellspezifität der Synapsenbildung. Höhere Hirnfunktionen, Neuromodulatorische Systeme, Emotion, Hirnrhythmen, Epilepsie, Schlaf, Lernen, Gedächtnis, Belohnungssystem, Hippocampus, LTP und LTD.</p> <p><b>Seminar (optional):</b> Im Literaturseminar wird aktuelle Originalliteratur aus der zellulären und molekularen Neurobiologie des letzten Jahres, mit Bezug zu den Themen der Vorlesung, anhand eines Seminarvortrags vorgestellt (einzelne Studenten, oder Zweiergruppen), im Plenum diskutiert und bewertet. Auch spezielle Methoden in der Neurobiologie werden vermittelt.</p> <p><b>Praktikum (optional):</b> Zell- und neurobiologische Grundlagenexperimente anhand des Modellorganismus <i>Caenorhabditis elegans</i> (Nematode). Kultur von <i>C. elegans</i>, Visualisierung bestimmter Zellarten, Organellen oder Zytoskelettelemente durch Fluoreszenzproteine, Optogenetik, licht-induzierte Neurotransmitterfreisetzung, Sekretion und Endozytose in <i>C. elegans</i>, pharmakologische Tests der synaptischen Transmission in Wildtyp und relevanten Mutanten, sensorische Wahrnehmung, Thermotaxis, Mechanorezeption, Chemotaxis, Axon guidance.</p> <p><i>Die Vorlesung ist verpflichtend und muss zusammen mit dem Seminar und/oder dem Praktikum absolviert werden.</i></p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p>Nach Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Mechanismen elementarer Nervensystemfunktionen, sowie höherer Hirnfunktionen bei Menschen und Säugtieren widerzugeben und zu unterscheiden. Basierend auf diesem Wissen können sie eigene Fragestellungen entwickeln und diese mit Hilfe von Forschungsliteratur bearbeiten.</li> <li>aktuelle Forschungsliteratur der zellulären und molekularen Neurobiologie zu verstehen und kritisch zu bewerten, Originalarbeiten in einem Vortrag dem Fachpublikum zu erläutern und kritisch zu diskutieren.</li> <li>Einfache praktische Experimente zur zellulären und molekularen Neurobiologie, sowie zur Verhaltensneurobiologie von <i>C. elegans</i> durchzuführen, auszuwerten und zu diskutieren.</li> </ul>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Keine					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
Das Praktikum findet als einwöchiges Blockpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit statt.					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Biochemie / FB14		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biophysik / FB13		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesung: Wintersemester</li> <li>- Seminar: Sommersemester</li> <li>- Praktikum: Sommersemester, nach Bedarf auch im Wintersemester (vorlesungsfreie Zeit)</li> </ul>		
<b>Dauer des Moduls</b>			2 Semester		

<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>	Prof. Gottschalk						
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>	Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme						
<b>Leistungsnachweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminar: Vortrag</li> <li>- Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche</li> <li>- Klausur zur Vorlesung (90 Min.) oder Fachgespräch (45 Min.)</li> </ul>						
<b>Lehr- / Lernformen</b>	Vorlesung, Seminar, Praktikum						
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>	Deutsch, Englisch auf Wunsch						
<b>Modulprüfung</b>	<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>						
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>	Keine						
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
Zelluläre und Molekulare Neurobiologie		V	2	3			
Aktuelle Themen aus der zellulären und molekularen Neurobiologie		S	2		3		
Zell- und neurobiologische Grundlagenexperimente		P	2		2		
SUMME			4-6	5 - 8			

[2.2] Membrane Biology	Membranbiologie	Wahlpflichtmodul	5 CP (insg.) = 150 h				3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 105 h			
<b>Inhalte</b>							
<p>In this module we discuss biological membranes from the perspective of their main constituents: lipids and proteins. Each lecture combines both theory as well as related practical aspects for studying membrane lipids and proteins. Recent literature is discussed. The seminar will highlight most-recent developments in membrane biology.</p> <p><u>Lecture</u>: Topics included are the diversity and design of lipids and membrane proteins, cellular organization of lipids, biogenesis of membrane proteins, membrane protein – lipid interactions, the pathophysiology of membrane proteins, and contemporary methodology for studying structure, function, and dynamics of membrane proteins. The students will independently study selected research papers addressing one of these topics and discuss these in the following lecture.</p> <p><u>Seminar</u>: The students participate in research lectures and seminars on membrane biology to learn about recent achievements and methodological developments.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Aim of this module is to establish a broad knowledgebase on lipids and membrane proteins and dedicated practical approaches for studying these. Students will learn to evaluate the advantages and limitations of different methodological approaches such that they can critically assess published experimental data and design their own experimental setup.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Biochemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Wintersemester				
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			JProf. Geertsma				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>			Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme				
<b>Leistungsnachweise</b>			Fachgespräch (in Gruppen; 90 Min.)				
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Seminar				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Englisch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Membrane Biology	V	2	4			
	Current Research in Membrane Biology	S	1	1			
	SUMME		3	5			

[2.3] <i>Infection and Pathobiology</i>	Infektions- und Pathobiologie	Wahlpflichtmodul	6 - 8 CP (insg.) = 180 - 240 h				4 - 6 SWS
			Kontaktstudium 4 - 6 SWS / 60 - 90 h	Selbststudium 120 - 150 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung – Molekulare Virologie:</u> Methoden der Virologie, Zelleintritt, intrazellulärer Transport, Partikelbildung, Kapsidstrukturen und Symmetrien, Replikationsstrategien, Antivirale Strategien, RNA-Prozessierung, Reverse Transkription, Transponible Elemente, Virulenz, Epidemiologie, Evolution, Molekularbiologie von HIV, akute und latente Infektionen, Transformation, Onkogenese, Viren und Immunologie, virale Vektoren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Vermittlung der molekularen Mechanismen und Prinzipien.</p> <p><u>Vorlesung - Tumorbioogie:</u> Biochemie onkogener Signalwege, epigenetische Veränderungen und Sequenz- und Strukturveränderungen des menschlichen Genoms und deren tumorigenes Potential, Seneszenzausschaltung in Tumorzellen, pathologische Veränderungen der Proliferationskontrolle, der Zelldifferenzierung und Zellkommunikation, Bedeutung des Tumormikroenvonments, Immunerkennung und Immune-Escape-Mechanismen von Tumorzellen, Tumorpharmakologie, Zelltherapie von Krebserkrankungen, Antikörpertherapie von Krebs, Zukunftsperspektiven in der Krebstherapie.</p> <p><u>Seminar - Immunologie:</u> Zellen und Organe des Immunsystems; angeborene Immunität; Komplementkaskade, Toll-like Rezeptoren; Struktur und Applikationen von Antikörpern; Struktur und Funktion von MHC-Molekülen und T-Zell-Rezeptoren; Antigen-Prozessierung; Kreuzpräsentation; Entwicklung von B- und T-Zellen; positive und negative Selektion von B- und T-Zellen; Dendritische Zellen; Natürliche Killerzellen; Allergie, Autoimmunerkrankungen; Verlauf einer Immunantwort.</p> <p><i>Das Seminar Immunologie muss mit mindestens einer der beiden Vorlesungen kombiniert werden.</i></p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p><u>Vorlesung - Molekulare Virologie:</u> Nach dem Besuch des Moduls verfügen die Studierenden über ein breites Grundlagenwissen zu den molekularen Vorgängen der viralen Vermehrung, viraler Erkrankungen und deren Therapiemöglichkeiten. Auf dieser Basis können sie aktuelle Entwicklungen und Debatten zu auftretenden Virusinfektionen und der Anwendung von Impfstoffen kompetent diskutieren und bewerten.</p> <p><u>Vorlesung - Tumorbioogie:</u> Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Entstehung von Tumorzellen und deren Wechselwirkung mit dem Immunsystem entwickelt. Auf dieser Grundlage können sie kritisch Stellung beziehen zur aktuellen Entwicklung von Präventions- und Früherkennungsprogrammen sowie aktuelle Therapiekonzepte kritisch beurteilen.</p> <p><u>Seminar - Immunologie:</u> Nach Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über ein Grundlegendes Verständnis der verschiedenen Stufen einer Immunantwort. Dieses Wissen ermöglicht es den Studierenden, pathologische Zusammenhänge in der Immunologie nachzuvollziehen und dafür Lösungsvorschläge zu suchen.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Das Seminar findet als mehrtägige Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt.							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>							
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		- Vorlesungen: Wintersemester - Seminar: vorlesungsfreie Zeit vor dem Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		2 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Tampé					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme, Vortrag					
<b>Leistungsnachweise</b>		Vorlesungen: jeweils Klausur (90 Min.) oder Fachgespräch (30 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch / Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Molekulare Virologie	V	2	2			
	Tumorbioogie	V	2	2			

Immunologie	S	2		4		
SUMME	V	4 - 6		6 - 8		

[2.4] <i>Adv. Biophysical Chemistry</i>	<b>Biophysikalische Methoden für Fortgeschrittene</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>5 CP (insg.) = 150 h</b>		<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 4 SWS / 60 h</b>	<b>Selbststudium 90 h</b>	
<b>Inhalte</b>					
<p><u>Vorlesung:</u> Zur Aufklärung des Zusammenspiels von Struktur, Funktion und Dynamik biologischer Makromoleküle sind fortgeschrittene biophysikalische Methoden und Konzepte nötig. In diesem Modul werden die wichtigsten Methoden eingeführt und die dafür notwendigen physikalischen Grundlagen vermittelt. Das Modul umfasst folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenchemische Grundlagen der Spektroskopie II</li> <li>• Vertiefung EPR-Spektroskopie (gepulste Verfahren)</li> <li>• Vertiefung L-NMR Spektroskopie (Dynamik, Strukturrechnung)</li> <li>• Vertiefung FK-NMR Spektroskopie (Techniken zur Strukturbestimmung)</li> <li>• Streu- und Beugungsmethoden: SAND, SAXS</li> </ul> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar wird der Stoff der Vorlesung durch die Diskussion konkreter Anwendungsbeispiele vertieft. Eine zentrale Rolle spielen hierbei von den Studierenden zu haltende Referate, die entweder Themen aus der Vorlesung vertiefen oder aktuelle Anwendungsbeispiele aus der Literatur vorstellen.</p> <p><u>Praktikum:</u></p> <p><b>A. Einführung in die FK-NMR:</b> FK-NMR ist eine wichtige Methode für das Studium nichtlöslicher Proteine (Fibrillen, Membranproteine). In diesem Versuch lernen die Studierenden die wichtigsten Grundzüge von MASNMR und lernen anisotrope Wechselwirkungen zu verstehen. Sie werden über Dipol-Dipolkopplungen genaue Kern-Kern-Abstände messen und diese Daten mit denen der Kristallographie und Lösungs-NMR vergleichen. Die Datenauswertung erfolgt über Simulationen, so dass auch allgemeine Kenntnisse über das Wechselspiel zwischen theoretischen Vorhersagen und experimenteller Verifizierung vermittelt werden.</p> <p><b>B. Untersuchung der Faltungskinetik von Proteinen mittels „Stop Flow“ Verfahren &amp; Charakterisierung der Proteinstabilität mittels CD-Spektroskopie:</b> Die Faltungskinetik von zwei unterschiedlichen aber strukturell sehr ähnlichen Proteinen (Lysozym, <math>\alpha</math>-Lactalbumin) wird mittels des „Stop Flow“ Verfahrens verglichen. Zu diesem Zweck wird die Proteinfaltung entweder durch schnelle Verdünnung des mit Harnstoff entfalteten Proteins (Lysozym) oder durch rasche Vermischung mit Cofaktoren (<math>\alpha</math>-Lactalbumin) eingeleitet. Die Faltung wird mittels der zeitabhängigen Änderung der Fluoreszenzintensität verfolgt. Außerdem wird das typische CD-Spektrum eines Proteins untersucht, um Sekundärstrukturelemente zu charakterisieren. Anhand der CD-Spektren werden durch Titrations von <math>\alpha</math>-Lactalbumin mit <math>\text{Ca}^{2+}</math> und <math>\text{Sr}^{2+}</math> Bindungskonstanten bestimmt und aus der Temperaturabhängigkeit des CD-Signals die Stabilität des Proteins abgeleitet.</p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p>Nach erfolgreichem Absolvieren sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• auf der Grundlage der erlernten Methoden der Datenerfassung Ergebnisse zu analysieren und zu interpretieren sowie Messdaten zu verifizieren.</li> <li>• die Methoden auf konkrete Aufgaben anzuwenden und mit Messdaten zu rechnen.</li> <li>• Sie haben ein Gefühl für tatsächliche Messgrößen entwickelt.</li> <li>• die Anwendbarkeit der oben genannten Methoden für bestimmte Fragestellungen kritisch einzuschätzen</li> <li>• sich spezielle Themen und Anwendungsbeispiele mit dem erlangten Hintergrundwissen selbst zu erarbeiten und dem Fachpublikum vorzustellen</li> <li>• Originalliteratur zu diesem Thema kritisch zu bewerten und zu diskutieren (in Englisch)</li> </ul>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Modul <i>Methoden zur Strukturbestimmung von Biomolekülen</i>					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Biochemie / FB14		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Sommersemester		
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Dötsch		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>					
<b>Leistungsnachweise</b>			Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche Fachgespräch (30 Min.)		
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Praktikum		
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch / Englisch		



<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Biophysikalische Methoden für Fortgeschrittene	V	2		3		
	Biophysikalische Methoden für Fortgeschrittene	P	2		2		
	SUMME		4		5		

**Importmodul:**

<b>[2.5]</b> <i>EPR Spectroscopy</i>	<b>EPR-Spektroskopie</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>7 - 10 CP (insg.) = 210 - 300 h</b> <b>Kontaktstudium</b> <b>4 - 7 SWS /</b> <b>60 - 105 h</b>	<b>4 - 7 SWS</b> <b>Selbststudium</b> <b>150 - 195 h</b>
<b>Inhalte</b>				
<p><b>Vorlesung:</b> Quantenmechanische Grundlagen der EPR-Spektroskopie, Spin-Hamilton Operatoren, Magnetische Dipol Wechselwirkungen, Hyperfein-Wechselwirkungen, QM Grundlagen von G- und Nullfeld-Tensoren, Grundlegende Experimente der EPR-Spektroskopie (cw-EPR, puls-EPR, Relaxations-Zeiten, Hyperfein-Spektroskopie, Dipolare Spektroskopie), Bei-spiele von Anwendungen der EPR-Spektroskopie aus den Materialwissenschaften, der Analytik, der Strukturuntersuchungen makromolekularer Systeme, und der EPR-Spektroskopie an Elektronen-Transfer Reaktionen in Katalyse und Photovoltaik.</p> <p><b>Praktikum:</b> (optional) Cw-EPR Experimente zur Charakterisierung von organischen Radikalverbindungen, zu Oxidations-/Reduktions-Verhalten und –Kinetik, cw-EPR Experimente zur quantitativen Bestimmung von Radikal-Konzentrationen in Lösungen, Einführung in grundlegende Puls-EPR-Experimente (Hahn-Echo, Inversion Recovery Experiment) zur Bestimmung von Relaxationszeiten. Einführung in Simulations-Software zur Bestimmung von Hyperfein-Kopplungen in flüssiger Lösung und G-Tensoren in Festkörper-Proben. Vergleich mit DFT Rechnungen.</p> <p><b>Seminar:</b> (optional) Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur-Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der DozentInnen der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminar-Vorträge/Methoden.</p> <p><i>Die Lehrveranstaltungen Vorlesung Theorie der Elektron Paramagnetischen Resonanz Spektroskopie (Pflicht) sowie eine weitere Veranstaltung Praktikum / Seminar (WPF) müssen besucht werden.</i></p> <p><i>Das Seminar ist Teil der Module Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie, EPR-Spektroskopie und Festkörper-NMR-Spektroskopie. Es kann nur einmal gewertet werden.</i></p>				
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>				
<p>Quantenmechanisches Verständnis von Spin-Systemen (Energie-Eigenwerte im Magnetfeld und zeitliche Entwicklung unter/nach kohärenten Anregungspulsen, magnetische Wechselwirkung zwischen ungepaarten Elektronen-Spins und mit Kernspins, Spin-Bahn-Kopplung des magnetischen Moments des ungepaarten Elektrons), Kenntnis der grundlegenden Experimente zur Bestimmung dieser Wechselwirkungen in flüssigen Lösungen und Festkörper-Proben. Qualitatives Verständnis der Spin-Relaxations-Zeiten und der Methoden zur Bestimmung. Einblicke in Anwendungsgebiete der EPR-Spektroskopie von der chemischen und materialwissenschaftlichen Analytik bis zu Anwendungen in der Katalyse, Struktur-Biologie und Photovoltaik.</p>				
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>				
<p>Praktikum und Seminar: Fachgespräch zur Vorlesung <i>EPR-Spektroskopie</i></p>				
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>				
<p>Keine</p>				
<b>Organisatorisches</b>				
<p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Für das Fachgespräch ist ein Prüfungstermin mit der Prüferin/dem Prüfer zu vereinbaren.)</p>				
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>				
<p>Master Chemie / FB14</p>				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>				
<p>Master Bioinformatik / FB12, Bachelor Biophysik / FB13, Master Biophysik / FB13, Master Physik / FB13, Master Biochemie / FB14</p>				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>				
<p>- Vorlesung: Wintersemester          - Praktikum: Sommersemester          - Seminar: jedes Semester</p>				
<b>Dauer des Moduls</b>				
<p>2 Semester</p>				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>				
<p>Prof. Prisner</p>				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>				
<b>Teilnahmenachweise</b>				
<p>- Seminar &amp; Praktikum: regelmäßige und aktive Teilnahme</p>				
<b>Leistungsnachweise</b>				
<p>- Vorlesung: Fachgespräch (30 Min.)          - Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche          - Seminar: Referat mit Präsentation (20 Min., Handout)</p>				
<b>Lehr- / Lernformen</b>				
<p>Vorlesung, Praktikum, Seminar</p>				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>				
<p>Deutsch (auf Wunsch Englisch)</p>				
<b>Modulprüfung</b>				
<p><b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b></p>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>				
<p>Keine</p>				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>				
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>				

	LV-Form	SWS	Semester CP			
			1	2	3	4
Pflicht: Theorie der Elektron Paramagnetischen Resonanz Spektroskopie	V	2	4			
WPF: Praktikum der Elektron Paramagnetischen Resonanz Spektroskopie	P	3		3		
WPF: Moderne Anwendungen der MR-Spektroskopie	S	2	3			
SUMME		4-7	7-10			

**Importmodul:**

[2.6] <i>Liquid NMR Spectroscopy</i>	Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie	Wahlpflichtmodul	6 - 9 CP (insg.) = 180 - 360 h		4 - 7 SWS
			Kontaktstudium 4 - 7 SWS / 60 -105 h	Selbststudium 120 - 165 h	
<b>Inhalte</b>					
<p><u>Vorlesung:</u> Mathematische Grundlagen der NMR-Spektroskopie; isotrope und anisotrope Wechselwirkungen in der magnetischen Resonanz (MR) und ihre quantenmechanische Beschreibung</p> <p><u>Vorlesung - Vertiefung:</u> (optional) Einführung und in die MR-Relaxationstheorie und ihre quantenmechanische Beschreibung</p> <p><u>Praktikum:</u> (optional) Zuordnung von nD-NMR-Spektren von Naturstoffen, synthetischen Molekülen (mit Beispielen aus synthetisch arbeitenden Arbeitsgruppen) und Biomakromolekülen (Proteine, Peptide, RNA, DNA, Oligosaccharide), Strukturrechnung</p> <p><u>Seminar:</u> (optional) Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur-Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der Dozenten der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminarvorträge/Methoden.</p> <p><i>Die Lehrveranstaltungen Vorlesung Mathematischen Grundlagen der NMR-Spektroskopie (Pflicht) sowie eine weitere Veranstaltung Vorlesung Vertiefung / Praktikum / Seminar (WPF) müssen besucht werden. Maximal zwei WPF.</i></p> <p><i>Das Seminar ist Teil der Module Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie, EPR-Spektroskopie und Festkörper-NMR. Es kann nur einmal gewertet werden.</i></p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p><u>Vorlesungen:</u> Die Studierenden werden in die quantenmechanischen und mathematischen Grundlagen der Magnetresonanz-Spektroskopie eingeführt. Sie können danach einfache Pulsabfolgen analytisch beschreiben und verstehen. Sie lernen, Strukturparameter aus den Magnetresonanz-Spektren zu extrahieren.</p> <p><u>Praktikum:</u> Die Studierenden erlernen die Interpretation von „state of the art“ NMR-Experimenten sowie die Bestimmung von Konformation und Dynamik an Beispielen. Sie erlernen außerdem den Umgang mit wichtigen Programmen zur Interpretation von NMR-Spektren.</p> <p><u>Seminar:</u> Im Seminar werden die Studierenden mit neuen Experimenten der MR vertraut gemacht.</p>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
<p>Vorlesung &amp; Praktikum: Modul <i>Struktur und Funktion von Biomakromolekülen</i></p> <p>Vorlesung Vertiefung &amp; Seminar: Fachgespräch zur Vorlesung <i>Mathematischen Grundlagen der NMR-Spektroskopie</i>.</p>					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
<p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Für die Fachgespräche ist ein Prüfungstermin mit der Prüferin/dem Prüfer zu vereinbaren.)</p> <p>Die Vorlesungen finden jeweils als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt.</p> <p>Das Praktikum findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Es ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des jeweiligen Praktikums bekannt gegeben.</p>					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Chemie / FB14		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Bioinformatik / FB12, Bachelor Biophysik / FB13, Master Biophysik / FB13, Master Physik / FB13, Master Biochemie / FB14		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungen &amp; Praktikum: einmal im Jahr (nach Ankündigung)</li> <li>- Seminar: jedes Semester</li> </ul>		
<b>Dauer des Moduls</b>			2 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Schwalbe		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>			- Seminar & Praktikum: regelmäßige und aktive Teilnahme		
<b>Leistungsnachweise</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesung: Fachgespräch (30 Min.)</li> <li>- Vorlesung Vertiefung: Fachgespräch (20 Min.)</li> <li>- Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche, Fachgespräch zum Protokoll (30 Min.)</li> <li>- Seminar: Referat mit Präsentation (20 Min., Handout)</li> </ul>		
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Praktikum, Seminar		
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch auf Wunsch Englisch		
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>		
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine		
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>					

<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Pflicht: Mathematische Grundlagen der NMR-Spektroskopie	V	2	3			
	WPF: Vertiefung der Mathematischen Grundlagen der NMR-Spektroskopie	V	2	3			
	WPF: NMR-Intensivkurs	P	3	3			
	WPF: Moderne Anwendungen der MR-Spektroskopie	S	2	3			
	SUMME		4-7	6-9			

**Importmodul:**

[2.7] <i>Solid State NMR Spectroscopy</i>	<b>Festkörper-NMR-Spektroskopie</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>7 - 10 CP = 210 - 300 h</b>		<b>4 - 7 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 - 7 SWS / 60 - 105 h	<b>Selbststudium</b> 150 - 195 h	
<b>Inhalte</b>					
<p><b>Vorlesung:</b> Anisotrope Spininteraktionen, Magic Angle Sample Spinning, Magnetisierungstransferexperimente, Ent- und Rückkopplungstechniken, Korrelations- und Separationsspektren, Charakterisierung von Struktur und Dynamik anisotroper molekularer Systeme, Einführung in die wichtigsten theoretischen Konzepte, Quadrupol-NMR, dynamische Kernpolarisation, biomolekulare Anwendungen. Jede Vorlesung wird durch Simulationen auf einem virtuellem NMR-Spektrometer begleitet (SIMPSON), welches auch den Studierenden zur Verfügung steht und mit dem sie Übungsaufgaben zu jeder Vorlesung lösen sollen.</p> <p><b>Praktikum:</b> (optional) Im Praktikum werden die Grundzüge von MAS-NMR vermittelt (Steuerung der Probenrotation, Kreuzpolarisation, Bestimmung anisotroper Parameter aus Rotationsseitenbanden). Es werden die Grundlagen der Resonanzzuordnung sowie der Bestimmung von Distanzeinschränkungen vermittelt. Zusätzlich werden präzise Kern-Kernabstände mittels dipolarer Rückkopplungstechniken bestimmt. Die experimentellen Daten werden durch die Studierenden mittels Computersimulationen mit der Software SIMPSON ausgewertet.</p> <p><b>Seminar:</b> (optional) Referat über eine aktuelle Forschungspublikation auf dem Gebiet der Magnetischen Resonanz Spektroskopie, Auswahl einer geeigneten Publikation, Literatur-Recherche, Erarbeitung des Themas in Interaktion mit einem der Dozenten der Magnetischen Resonanz, Vortrag im Seminar, Diskussion der vorgestellten Methode und der daraus gewonnenen Erkenntnisse auch im Kontext der anderen Seminarvorträge/Methoden.</p> <p><i>Die Lehrveranstaltungen Vorlesung Festkörper-NMR-Spektroskopie (Pflicht) sowie eine weitere Veranstaltung Praktikum / Seminar (WPF) müssen besucht werden.</i></p> <p><i>Das Seminar ist Teil der Module Flüssigkeits-NMR-Spektroskopie, EPR-Spektroskopie und Festkörper-NMR-Spektroskopie. Es kann nur einmal gewertet werden.</i></p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p><b>Vorlesung:</b> Die Studierenden verstehen das Konzept anisotroper NMR-Interaktionen und deren Relevanz in isotropen und anisotropen molekularen Systemen, sie lernen die wichtigsten Experimente und theoretischen Konzepte kennen und verstehen Anwendungsmöglichkeiten für biomolekulare, aber auch pharmazeutische und materialwissenschaftliche Fragestellungen.</p> <p><b>Praktikum:</b> Die Studierenden verstehen die wichtigsten praktischen Aspekte der Festkörper-NMR, werden in die Lage versetzt NMR-Experimente aufzusetzen, Daten auszuwerten sowie Hypothesen über Computersimulationen mit experimentellen Daten zu verknüpfen.</p> <p><b>Seminar:</b> Im Seminar werden die Studierenden mit neuen Experimenten der MR vertraut gemacht.</p>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Praktikum & Seminar: Fachgespräch zur Vorlesung <i>Einführung in die Festkörper NMR-Spektroskopie</i>					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Für das Fachgespräch ist ein Prüfungstermin mit der Prüferin/dem Prüfer zu vereinbaren.)					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14			
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biophysik / FB13, Master Biochemie / FB14			
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Vorlesung & Praktikum: Sommersemester Seminar: jedes Semester			
<b>Dauer des Moduls</b>		2 Semester			
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Glaubitz			
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>		- Seminar und Praktikum: regelmäßige und aktive Teilnahme			
<b>Leistungsnachweise</b>		- Vorlesung: Fachgespräch (30 Min.) - Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche (Details siehe Praktikumsordnung) - Seminar: Referat mit Präsentation (Handout)			
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Praktikum, Seminar			
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Englisch			
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>			
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine			
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>					
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>					

	LV-Form	SWS	Semester CP			
			1	2	3	4
Pflicht: Einführung in die Festkörper-NMR-Spektroskopie	V	2		4		
WPF: Festkörper-NMR-Spektroskopie	P	3		3		
WPF: Moderne Anwendungen der Magnetischen Resonanz Spektroskopie	S	2	3			
SUMME		4-7	7-10			

**Importmodul:**

[2.8] <i>Advanced Chemical Biology</i>	Fortgeschrittene Chemische Biologie	Wahlpflichtmodul	5 CP (insg.) = 150 h				2 SWS
			Kontaktstudium 2 SWS / 30 h	Selbststudium 120 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung:</u> Fortgeschrittene Aspekte der DNA/RNA- und Proteinsynthese und -analytik; moderne diagnostische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Biopolymere und zum Verständnis ihrer Funktion; DNA-Analoga und deren Herstellung; Antisense-Strategie; RNA-Interferenz; miRNAs; Antagomirs; RNA splicing; RNA editing; Aptamere; Ribozyme; Riboswitches; Ladungstransport in DNA; DNA-Reparatur; Photoschäden von Nukleinsäuren und deren Reparatur; nucleic acid structural probing (SHAPE, footprinting, RNase digest); Polyketide; Proteine mit nichtnatürlichen Aminosäuren</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt; sie ist in die Vorlesung integriert.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Die Studierenden erhalten einen Einblick in fortgeschrittene Themen und aktuelle Forschungsgebiete der Chemischen Biologie mit speziellem Fokus auf Nukleinsäure-basierten Methoden. Dazu gehören moderne diagnostische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Biopolymere und zum Verständnis ihrer Funktion.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Grundkenntnisse der chemischen Biologie							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Die Übung ist in die Vorlesung integriert. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen.</p> <p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b>, spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Heckel					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (180 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Fortgeschrittene Chemische Biologie	V + Ü	2		5		
	SUMME		2		5		



**Importmodul:**

[2.9] <i>Advanced Chemical Biology – Practical course</i>	Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum	Wahlpflichtmodul	6 CP (insg.) = 180 h				4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><b>Praktikum:</b> Grundlegende Methoden der Manipulation und Charakterisierung von DNA und Proteinen; Proteinexpression; Zellkultur- und Ligandenbindungsstudien</p> <p><b>Seminar:</b> Ein Seminar begleitet das Praktikum zur Vor- und Nachbereitung.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Die Studierenden erhalten einen Einblick in fortgeschrittene Themen und aktuelle Forschungsgebiete der Chemischen Biologie. Dazu kommen Einblicke in moderne diagnostische und spektroskopische Methoden zur Untersuchung der Biopolymere und zum Verständnis ihrer Funktion.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Grundkenntnisse der chemischen Biologie							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie.</p> <p>Das Praktikum (2 Wochen) findet als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit zwischen Winter- und Sommersemester statt. Dafür ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben.</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Chemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			einmal im Jahr (nach Ankündigung)				
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Dr. Scheffer				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>							
<b>Leistungsnachweise</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praktikum: Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche</li> <li>- Seminar: Protokoll in Form einer wissenschaftlichen Veröffentlichung (ca. 10 Seiten)</li> </ul>				
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Praktikum, Seminar				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Fortgeschrittene Chemische Biologie – Praktikum (2 Wochen)	P	3,5	5			
	Fortgeschrittene Chemische Biologie - Praktikum	S	0,5	1			
	SUMME		4	6			

**Importmodul:**

[2.10] <i>Advanced Organic Chemistry</i>	Fortgeschrittene Organische Chemie	Wahlpflichtmodul	5 CP (insg.) = 150 h				3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 105 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung:</u> Moderne Methoden zur Knüpfung von C–C-Bindungen und zur Umwandlung funktioneller Gruppen (aufbauend auf dem Bachelormodul Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie); Schwerpunkte: Organometall-Verbindungen in der organischen Synthese, moderne Oxidations- und Reduktionsreaktionen, enantioselektive und chemo-selektive Reaktionen; Multikomponenten- und Domino-Reaktionen</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten Synthesemethoden in der modernen Organischen Chemie und werden damit vertraut gemacht. Sie erwerben dabei die Kenntnisse, die zum Verständnis der aktuellen Literatur auf dem Gebiet der synthetisch-präparativen Organischen Chemie und zur Planung eigenständiger Synthesen benötigt werden.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Göbel					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (150 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Fortgeschrittene Organische Chemie	V	2		3		
	Fortgeschrittene Organische Chemie	Ü	1		2		
	SUMME		3		5		

**Importmodul:**

[2.11] <i>Highlights of Organic Chemistry and Chemical Biology</i>	<b>Highlights der Organischen Chemie und Chemischen Biologie</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>4 CP (insg.) = 120 h</b>				<b>2 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 2 SWS / 30 h	<b>Selbststudium</b> 90 h			
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Turnus von ein bis zwei Wochen werden frisch erschienene Publikationen ausgewählt, die als Vorbereitung zu lesen sind. Im Seminar diskutieren die Studierenden unter Anleitung an der Tafel Schritt für Schritt die sich aus der Publikation ergebenden Fragen. Themen sind meist Naturstoffsynthesen mittlerer Komplexität sowie weitere Arbeiten aus allen Bereichen der organischen Chemie. Die Auswahl erfolgt so, dass neben den Standardverfahren speziell auch aktuelle Methoden vermittelt werden können (z.B. Gold-Katalyse, Photoredoxkatalyse, Multikomponentenreaktionen etc.). Der vorherige Besuch der Module „Chemische Naturstoffsynthese“ und „Fortgeschrittene Organische Chemie“ ist anzuraten, weil dadurch der wöchentliche Aufwand zur Vorbereitung verringert werden kann.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Die Studierenden erweitern ihr theoretisches Wissen durch das Lesen aktueller Literatur und üben, dieses zur Lösung chemischer Probleme einzusetzen. Das vertiefte Verständnis von Reaktionen und deren Selektivität hilft den Studierenden, später eigene Synthesen, wie sie im Rahmen von Master- und Doktorarbeiten anfallen, kreativ zu planen und erfolgreich umzusetzen. Auch ist das Verstehen der laufenden Literatur Übungssache und bildet eine wesentliche Voraussetzung für das selbständige wissenschaftliche Arbeiten.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Modul <i>Chemische Naturstoffsynthese</i> oder Modul <i>Fortgeschrittene Organische Chemie</i>							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. Die einzelnen Veranstaltungen finden in Form eines Kolloquiums statt.</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB 14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommer- und Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Göbel					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		Mündliche Beteiligung (zu Beginn der Lehrveranstaltung werden die Kriterien der Bewertung erläutert)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Highlights der Organischen Chemie und Chemischen Biologie	S	2	4			
	SUMME		2	4			

**Importmodul:**

[2.12] <i>Biological Synthesis</i>	Biologische Synthese	Wahlpflicht- modul	7 CP (insg.) = 210 h				4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 150 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Seminar:</u> Einführung der Konzepte und Prinzipien, welche die biologische Synthese bestimmen, demonstriert an ausgewählten Beispielen: Biosynthetische Konzepte zur Herstellung von Proteinen, Aminosäuren, Nukleinsäuren, Fettsäuren, Polyketiden, nichtribosomalen Peptiden, Alkaloiden und Terpenen; Umwandlung von Licht in chemische Energie; Fixierung von CO<sub>2</sub>; Schlüssel Stoffwechselwege in lebenden Organismen (d. h. Citratzyklus als zentraler Stoffwechselweg); Engineering von Biosynthesewegen für die gerichtete Herstellung von bioaktiven Verbindungen (d. h. Polyketiden und nicht-ribosomalen Peptiden). Ein Überblick über synthetische Prinzipien sowie ein detaillierter mechanistischer Einblick in spezifische Enzyme werden gegeben. Der Fokus wird auf chemisch-biologischen Aspekten liegen. Konzepte ausgewählter strukturbioologischer Methoden (EM, ET und Röntgenkristallographie) sowie enzymatischer Assays werden vorgestellt. Neue aufkommende Technologien, die für das Gebiet des Biomolekül Engineering und des Pathway-Designs wichtig sind, werden eingeführt, wie z.B. Amber-Codon-Suppression für den Einbau von nicht-kanonischen Aminosäuren in Proteine.</p> <p><u>Vorlesung:</u> Einführung in die Anwendung von Biomakromolekülen als bioaktive Substanzen zur Steuerung von Stoffwechselprozessen, insbesondere die Anwendung von Biomolekülen und ihre pharmazeutischen Entwicklungsaspekte bei der Behandlung von Krankheiten und Störungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Diabetes mellitus und seiner Behandlung mit Insulin und antidiabetischen Peptiden, Virusinfektionen (vorwiegend HIV), Immunerkrankungen und anderen seltenen Muskelerkrankungen sowie der Behandlung mit kleinmolekularen Enzyminhibitoren, Antikörpern und Oligonukleotiden (RNA). 3D-Strukturbioologische Methoden und pharmazeutische Entwicklungsaspekte werden vorgestellt und ausgewählte Fallstudien diskutiert.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Der Kurs stellt die biologische Synthese als eine alternative und komplementäre Methode zur chemischen Synthese vor und führt Schlüsselmoleküle ein, die biologische Synthese und Prozesse (Faktoren, Effektoren, Biologika, ...) regulieren. Ziel ist es, den Studierenden einen inspirierenden Hintergrund zu bieten, der es ihnen ermöglicht, 1) synthetische und regulatorische Prozesse in der Zelle zu verstehen, 2) biologische Systeme rational zu entwickeln und zu evolvieren, um neue Funktionen zu erwerben (z.B. Synthese eines nicht natürlichen Polymers, das in der Materialwissenschaft verwendet werden kann), 3) neue makromolekulare Komplexe oder Nanomaschinen zu konstruieren, die künstlich reguliert werden können (z.B. Synthese von makromolekularen Maschinen, die an- und ausgeschaltet werden können) und 4) neue Ansätze der synthetischen Biologie zu verfolgen und zu entwerfen, die zur Schaffung neuer künstlicher Zellen führen können (z. B. Entwurf einer künstlichen Minimalzelle, die sich selbst regenerieren kann).</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Das Fachgespräch erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14, Master Molekulare Biotechnologie / FB15					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Grininger					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		Fachgespräch (20 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Seminar, Vorlesung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Englisch (Prüfungssprache wahlweise Deutsch oder Englisch)					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Biologische Synthese	S	2	4			
	Strukturbioologische Aspekte und pharmazeutische Entwicklung von Biomakromolekülen	V	2	3			
	SUMME		4	7			

**Importmodul:**

[2.13] <i>Chemical Synthesis of Natural Products</i>	Chemische Naturstoffsynthese	Wahlpflicht- modul	7 CP (insg.) = 210 h				4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 150 h			
<b>Inhalte</b>							
Die chemischen Totalsynthesen typischer Alkaloide (Papaverin, Reserpin, Aspidospermidin, Hirsutin) und Polyketide (Erythromycin, FK 506, Epothilon) werden ausführlich diskutiert. Die Vorlesung geht vom methodischen Wissen des Bachelor-Curriculums aus und erweitert dieses systematisch. Ein Schwerpunkt dabei ist die Entwicklung moderner stereoselektiver Methoden und deren Einfluß auf mögliche Synthesekonzepte. So kann man Polyketide nicht nur durch Aldolreaktionen, sondern auch durch Crotyl-Übertragungen, 1,3-dipolare Cycloadditionen und enantioselektiv katalysierte Reaktion von Ketenen mit Aldehyden erhalten. Fragen zum Sinn und Wert von Totalsynthesen sowie ein Vergleich unterschiedlicher Synthesestrategien (linear versus konvergent; zielgerichtet versus diversitätsorientiert) runden die Veranstaltung ab.							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Die chemischen Totalsynthesen typischer Alkaloide (Papaverin, Reserpin, Aspidospermidin, Hirsutin) und Polyketide (Erythromycin, FK 506, Epothilon) werden ausführlich diskutiert. Die Vorlesung geht vom methodischen Wissen des Bachelor-Curriculums aus und erweitert dieses systematisch. Ein Schwerpunkt dabei ist die Entwicklung moderner stereoselektiver Methoden und deren Einfluß auf mögliche Synthesekonzepte. So kann man Polyketide nicht nur durch Aldolreaktionen, sondern auch durch Crotyl-Übertragungen, 1,3-dipolare Cycloadditionen und enantioselektiv katalysierte Reaktion von Ketenen mit Aldehyden erhalten. Fragen zum Sinn und Wert von Totalsynthesen sowie ein Vergleich unterschiedlicher Synthesestrategien (linear versus konvergent; zielgerichtet versus diversitätsorientiert) runden die Veranstaltung ab.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Göbel					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (150 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Chemische Naturstoffsynthese	V	3		5		
	Chemische Naturstoffsynthese	Ü	1		2		
	SUMME		4		7		

**Importmodul:**

[2.14] <i>Chemistry of Heterocycles</i>	Chemie der Heterozyklen	Wahlpflichtmodul	5 CP (insg.) = 150 h				3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 105 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung:</u> Nomenklatur heterozyklischer Systeme; Synthese und Eigenschaften aliphatischer, aromatischer und polyzyklischer Heterozyklen; Vorkommen und Bedeutung von Heterozyklen in Natur, Medizin und Materialwissenschaften</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Eigenschaften und die Nomenklatur einfacher und komplexer heterozyklischer Verbindungen. Sie erlernen die verschiedenen Methoden zur Synthese der wichtigsten stickstoff-, sauerstoff- und schwefelhaltigen Heterozyklen. Dabei wird auch auf aktuelle Methoden eingegangen. In der begleitenden Übung werden die Studierenden an die selbstständige Planung der Synthese heterocyclischer Verbindungen heran geführt.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Göbel					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (150 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		IV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Chemie der Heterozyklen	V	2	3			
	Chemie der Heterozyklen	Ü	1	2			
	SUMME		3	5			

**Importmodul:**

[2.15] <i>Structure and Function of Biomacromolecules</i>	<b>Struktur und Funktion von Biomakromolekülen</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>7 CP (insg.) = 210 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium</b> 150 h			
<b>Inhalte</b>							
<p>Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen als Grundlage zum Verständnis ihrer Funktion</p> <p><b>Röntgenstrukturanalyse:</b> Strukturelle und konformationell dynamische Eigenschaften von Molekülen/Biomakromolekülen; Struktur/Wirkungs-Beziehungen, Einführung in die rechengestützte Beschreibung und Analyse von Molekülen/Biomakromolekülen (Molecular Modeling), Kristallisation von Molekülen insbesondere Biomakromolekülen, Beurteilung und Bearbeitung von Kristallen als Vorbereitung eines Messexperimentes, Durchführung eines Messexperimentes, Einführung in kristallographische Grundlagen (Kristallsymmetrie und Raumgruppen, Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen), besondere Herausforderungen in der Strukturlösung von Biomakromolekülen wie der Lösung des Phasenproblem, Ermittlung von Reaktionswegen aus Kristallstrukturen.</p> <p><b>NMR-Spektroskopie:</b> theoretische Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Einführung des Produktoperator-Formalismus zur Beschreibung von NMR-Experimenten, grundlegende NMR-Experimente, Abhängigkeit der NMR-Messgrößen von Strukturparametern und der Moleküldynamik, Strukturbestimmung von Proteinen und RNA.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Die Studierenden werden mit den wichtigsten Methoden zur Strukturbestimmung von Wirkstoffen und Biomakromolekülen vertraut gemacht und erwerben ein Verständnis für den komplexen Zusammenhang zwischen der dreidimensionalen Struktur von Molekülen und ihrer biologischen Funktion. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen der verwendeten Strukturbestimmungsmethoden und sind in der Lage, den Informationsgehalt und die Zuverlässigkeit von publizierten Strukturen zu beurteilen. Darüber hinaus helfen ihnen die vermittelten Kenntnisse bei der Lösung von Strukturproblemen im Rahmen der späteren eigenen wissenschaftlichen Arbeit.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b>, spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)</p> <p>Die Vorlesung teilt sich in die Hälften <i>Röntgenstrukturanalyse</i> (Grininger) und <i>NMR-Spektroskopie</i> (Schwalbe).</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14, Master Biophysik / FB13					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Grininger					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (180 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch (teils Englisch)					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Struktur und Funktion von Molekülen	V	3	5			
	Struktur und Funktion von Molekülen	Ü	1	2			
	SUMME		4	7			

**Importmodul:**

[2.16] <i>Pharmacology</i>	Pharmakologie	Wahlpflicht- modul	6 CP (insg.) = 180 h				4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h			
<b>Inhalte</b>							
Pharmakodynamik, Pharmakokinetik und Toxikologie von Arzneimitteln; Pathophysiologie und medikamentöse Therapie ausgewählter Erkrankungen; Arzneimittelentwicklung. Etwa zwei Drittel des Seminars wird in Form interaktiver Vorlesungen abgehalten, in der zweiten Hälfte stellen die Studierenden Inhalte in Referaten vor, die in Gruppenarbeit erarbeitet wurden.							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Das Seminar vermittelt den Studierenden Grundlagenwissen aus den Bereichen der Pharmakologie und Toxikologie auf der Grundlage pathophysiologischer und -biochemischer Gesetzmäßigkeiten. Hierbei lernen die Studierenden, Wissen aus diesem Bereich eigenständig zu erarbeiten und vorzutragen. Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, auf der Basis pathophysiologischer und -biochemischer Erkenntnisse die Wirkungen und Nebenwirkungen von Arzneimitteln bei bestimmten Erkrankungen zu verstehen und zu erklären. Durch die Referate lernen sie insbesondere den Charakter der Arzneimittelentwicklung kennen. Somit erweitert das Modul auch ihr mögliches Berufsspektrum in Richtung Life-Science-Tätigkeiten.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.) Für das Modul ist eine Anmeldung erforderlich. Die genauen Kursregularien werden zu Beginn des Kurses bekannt gegeben (Einführungsveranstaltung). Mindestteilnehmerzahl: 12 Studierende.							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Dr. Lu (Prof. Klein)					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		- Referat - Fachgespräch (20 Min.) oder Klausur (60 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch oder Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Einführung in die Pharmakologie für Studierende der Naturwissenschaften	S	4		6		
	SUMME		4		6		



**Teilimportmodul:**

[2.17] <i>Drug Development</i>	Wirkstoff- und Arzneimittelentwicklung	Wahlpflichtmodul	5-6 CP (insg.) = 150-180 h				2,5-4 SWS
			Kontaktstudium 2,5-4 SWS / 37,5-60 h	Selbststudium 112,5 - 120 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung:</u> Wirkstofftargets, Assay-Development, Homologie-Modellierung, Molekulares Docking, biophysikalische Methoden in der Wirkstoffforschung, Prinzipien der Medizinischen Chemie, Leitstruktur-Optimierung, Virtuelles Screening, Bioisosterenersatz, moderne Synthesemethoden, QSAR, Fragment-basiertes Wirkstoffdesign</p> <p><u>Seminar Aktuelle Aspekte der pharmazeutischen Wissenschaften:</u> (optional) Seminar-Vorträge zu aktuellen Themen auf dem Gebiet der Wirkstoff- und Arzneimittelforschung</p> <p><u>Seminar Case study:</u> Im Rahmen einer selbständig erarbeiteten Präsentation zu einem Beispiel einer erfolgreichen Arzneimittelentwicklung sollen die Studierenden in 2er Gruppen ihr erlerntes Wissen vertiefen, anwenden und gegenseitig präsentieren. Dabei steht die gesamte Wertschöpfungskette der Entwicklung eines Arzneimittels im Fokus, angefangen vom Wirkstoffdesign bis hin zur Marktzulassung.</p> <p><i>Das Seminar Aktuelle Aspekte der pharmazeutischen Wissenschaft kann optional besucht werden.</i></p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Durch die Vorlesung Wirkstoffdesign erlangen die Studierenden einen Einblick in die Wirkstoffforschung. Sie erarbeiten sich ein umfassendes Verständnis der interdisziplinären Ansätze in der Wirkstoffforschung und kennen die fächerübergreifende Herangehensweise bei der Identifizierung und Optimierung neuer Wirkstoffe.</p> <p>Durch die selbständige Bearbeitung eines Fallbeispiels einer erfolgreichen Arzneimittelentwicklung im Rahmen des Seminars Case study sind die Studierenden in der Lage, unter Anwendung ihrer im Masterstudium erworbenen Kompetenzen eigenständig komplexe pharmazeutische Sachverhalte zu recherchieren, aufzubereiten, zu bewerten und verständlich zu präsentieren.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Teilimportmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Arzneimittelforschung. Für alle Studierenden, die sich in dem jeweiligen Semester prüfen lassen, finden Präsentationen an einem gemeinsamen Termin statt.							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Arzneimittelforschung / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14, Master Chemie / FB14				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			jedes Semester				
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Proschak, Dr. Hofmann				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>			Seminare: Regelmäßige und aktive Teilnahme				
<b>Leistungsnachweise</b>			Präsentation (20 Min.)				
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Seminar				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Wirkstoffdesign	V	2	3			
	Aktuelle Aspekte der pharmazeutischen Wissenschaften (optional)	S	1,5	1			
	Case Study	S	0,5	2			
	SUMME		2,5-4	5-6			

**Importmodul:**

[2.18] <i>Single-molecule spectroscopy and high-resolution microscopy</i>	<b>Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>6 CP (insg.) = 180 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 4 SWS / 60 h</b>		<b>Selbststudium 120 h</b>		
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung:</u> Spektroskopische und mikroskopische Verfahren der Einzelmolekülfluoreszenz: Lokalisierung einzelner Moleküle, Tracking, Einzelmolekül-FRET, Fluoreszenzlöschung; Anwendungen von Einzelmolekülmethoden zur Untersuchung der Dynamik (z.B. Diffusion, Konformation, Bindungsstudien) einzelner Moleküle (z.B. Proteine, Nukleinsäuren, Liganden) in vitro und im zellulären Kontext; Methoden zur Überwindung der optischen Auflösungsgrenze in der Fluoreszenzmikroskopie (z.B. STED, STORM / PALM); Anwendung hochauflösender Fluoreszenzmikroskopie zur Untersuchung zellulärer Strukturen; quantitative, hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie sowie gezielte Markierungsstrategien; Anwendung von Einzelmolekülmethoden zur Messung der Dynamik von Biomolekülen; Grundlagen der Fluoreszenz, der geometrischen Optik und des Aufbaus sowie der Funktionsweise von Mikroskopen</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs wird die Vorlesung von einer Übung begleitet.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
Keine							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine Anmeldung, spätestens sieben Tage vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Bachelor Biophysik / FB 13, Master Physik / FB13, Master Biophysik / FB13, Master Biochemie / FB14, Master Biologie / FB15					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Heilemann					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Keine					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (120 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	V	2		4		
	Einzelmolekülspektroskopie und hochauflösende Mikroskopie	Ü	2		2		
	SUMME		4		6		

**Importmodul:**

[2.19] <i>X-ray structure analysis</i>	Röntgenstruktur-analyse	Wahlpflicht-modul	5 - 9 CP (insg.) = 150 / 270 h				3 - 7 SWS
			Kontaktstudium 3 - 7 SWS / 45 - 105 h		Selbststudium 105 - 165 h		
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Vorlesung</u>: Beugung von Röntgenstrahlen am Kristallgitter; Kristallsymmetrie; Methoden zur Lösung des Phasenproblems; Ablauf einer Röntgenstrukturanalyse (Datensammlung, Datenreduktion, Strukturlösung und -verfeinerung); Bestimmung der absoluten Konfiguration; Interpretation der Ergebnisse; kristallographische Datenbanken; weitere aktuelle Themen</p> <p><u>Praktikum</u> (optional): Benutzung kristallographischer Programme; Durchführung einer Röntgenstrukturanalyse; Darstellung und Interpretation der Ergebnisse; Vergleich mit publizierten Kristallstrukturen.</p> <p><i>Die Vorlesung ist verpflichtend, das Praktikum ist optional.</i></p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p><u>Vorlesung</u>: Die Studierenden lernen die theoretischen Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse (inkl. Kristallsymmetrie) sowie den Ablauf einer Röntgenstrukturanalyse kennen und verstehen die dafür erforderlichen Methoden. Nach der Vorlesung sind sie in der Lage, die Ergebnisse sachkundig zu interpretieren.</p> <p><u>Praktikum</u>: Nach dem Praktikum sind sie in der Lage, Kristallstrukturen selbst zu bestimmen und mit kristallographischen Datenbanken umzugehen.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Praktikum: Bestandene Klausur zur Vorlesung.							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
<p>Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b>, spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)</p> <p>Die Vorlesung ist verpflichtend, das Praktikum ist optional.</p> <p>Das Praktikum wird je nach organisatorischen Möglichkeiten angeboten und findet als Blockveranstaltung statt. Dafür ist eine Anmeldung erforderlich. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben.</p>							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Chemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			- Vorlesung: Wintersemesters - Praktikum: nach Ankündigung				
<b>Dauer des Moduls</b>			2 Semester				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Schmidt				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>							
<b>Leistungsnachweise</b>			- Vorlesung: Klausur (120 Min.) - Praktikum (optional): Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche				
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Praktikum				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Röntgenstrukturanalyse	V	3	5			
	Röntgenstrukturanalyse	P	4	4			
	SUMME		3 - 7	5 - 9			

**Importmodul:**

[2.20] <i>Laser chemistry</i>	Laserchemie	Wahlpflicht- modul	5 CP (insg.) = 150 h				3 SWS
			Kontaktstudium 3 SWS / 45 h	Selbststudium 105 h			
<b>Inhalte</b>							
	<p><u>Vorlesung:</u> Laserprinzipien; Lasertypen; spezielle Eigenschaften von kohärentem Laserlicht; Vertiefung der mathematischen Beschreibung; grundlegende Prinzipien der linearen und nichtlinearen Optik; Realisierung von hochstabilen Dauerstrichlasern sowie gepulsten Laserquellen; spektroskopische Methoden (insbesondere elektronische Spektroskopie und Schwingungsspektroskopie); apparative Realisierung von spektroskopischen Prinzipien; Anwendung auf chemische Fragestellungen; gezielter Einsatz der Laserspektroskopie in den Biowissenschaften.</p> <p><u>Übung:</u> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt. Diese beinhaltet die Beschäftigung mit Übungsaufgaben bzw. aktuelle Literaturbesprechungen und Laborführungen.</p>						
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
	Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungsmöglichkeiten von Lasern und die erforderliche Instrumentierung zu erklären. Sie können entscheiden, ob eine wissenschaftliche Fragestellung mit Lasern untersucht werden kann und welche Laserinstrumente dafür verfügbar sind. Neue Forschungsergebnisse aus der aktuellen Forschung können sie mit einem Fachpublikum erörtern.						
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
	Keine						
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
	Keine						
<b>Organisatorisches</b>							
	Die Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie die regelmäßige Teilnahme an den Übungen wird dringend empfohlen. Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Masters Chemie. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werkzeuge vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)						
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Chemie / FB14				
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Physik / FB13, Bachelor Biophysik / FB13, Master Biophysik / FB13, Master Biochemie / FB14				
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Sommersemester				
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester				
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			PD Braun				
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>			Keine				
<b>Leistungsnachweise</b>			Klausur (120 Min.) zur Vorlesung				
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Übung				
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch				
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>				
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine				
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Prinzipien und Anwendungen von Lasern in der Chemie	V	2		3		
	Prinzipien und Anwendungen von Lasern in der Chemie	Ü	1		2		
	SUMME		3		5		

**Teilimportmodul**

[2.21] <i>Biophysics</i>	<b>Biophysik</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>3-15 CP (insg.) = 90-450 h</b>		<b>2-12 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 2-12 SWS / 30-180 h</b>	<b>Selbststudium 60-270 h</b>	
<b>Inhalte</b>					
<p><u>Vorlesung - Einführung in die Biophysik:</u> Struktur, Dynamik und Funktion von Proteinen und Nukleinsäuren, z.B. im Hinblick auf Molekulare Motoren, Informationsübertragung, Energiewandlung, Sensorik; Eigenschaften biologischer Membranen; Erregungsleitung; Reaktionsmechanismen; experimentelle Methoden zur Untersuchung von Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle; theoretische Methoden zu ihrer Beschreibung. Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs findet eine Übung statt.</p> <p><u>Seminar (optional):</u> Referat und Diskussion zu biophysikalischen Fragestellungen mit Bezug zur Vorlesung oder Themen aus der biophysikalischen Literatur.</p> <p><u>Praktikum (optional):</u> Experimente zu Methoden und Fragestellungen der modernen Biophysik (z. B. Spektroskopie, medizinische Physik, Membranbiophysik).</p> <p><u>Vorlesung - (Bio-)molekulare Dynamik:</u> Experimentelle Methoden werden vorgestellt aus den Bereichen: zeitaufgelöste Röntgenbeugung, Kristallographie und Elektronenbeugung; Ultrakurzzeitspektroskopie; mehrdimensionale optische Spektroskopie; Einzelmolekülspektroskopie; Einzelmolekülmikroskopie; Kraftmikroskopie; Optische Pinzetten; zeitaufgelöste NMR-Spektroskopie; Massenspektrometrie. Der Informationsgehalt der verschiedenen Experimente wird anhand wichtiger Beispiele erläutert. Diese umfassen unter anderem: Molekulare Motoren; Enzymfunktion; Photorezeptoren; Photosynthese; Proteinfaltung; Protonentransfer; Bruch und Bildung chemischer Bindungen; Katalysatoren; Bildung transienter Strukturen in Flüssigkeiten; Energietransfer in Molekülen; Aufklärung von Reaktionsmechanismen.</p> <p><i>Die Vorlesungen können unabhängig voneinander und auch einzeln gehört werden. Die Teilnahme an Seminar oder/und Praktikum ist optional und an Teilnahmevoraussetzungen gebunden. Eine Anmeldung zum Praktikum ist erforderlich; die Teilnahme kann aus Kapazitätsgründen beschränkt sein. Die Praktikumsregularien werden zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben.</i></p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p><u>Vorlesung, Seminar, Praktikum - Biophysik:</u> Die Studierenden lernen die Struktur und den Aufbau von biologischen Makromolekülen und Membranen kennen und erhalten einen Einblick in die Dynamik dieser Systeme, die Funktion von Proteinen, die Reaktionskinetik und die Bioenergetik. Sie lernen spektroskopische Techniken und Beugungstechniken zur Untersuchung von Struktur und Dynamik biologischer Makromoleküle kennen und erwerben die Fähigkeit, biophysikalische Zusammenhänge zu verstehen, darzustellen und zu diskutieren sowie grundlegende biophysikalische Experimente durchzuführen.</p> <p><u>Vorlesung - (Bio-)molekulare Dynamik:</u> Die Studierenden erlangen einen Überblick über dynamische Prozesse in Molekülen mit Bedeutung für chemische Reaktionen, für die Funktion von biologischen Makromolekülen im Organismus und für Strukturbildung in kondensierter Materie. Die Bedeutung der Kopplung von Prozessen auf verschiedenen Zeitskalen (Femtosekunden bis Sekunden), sowie auf verschiedenen Längenskalen (Bruchteil einer Bindungslänge bis hin zum Durchmesser großer Proteine) wird erarbeitet. Die Studierenden lernen aktuellste Methoden kennen, die die Messung von Moleküldynamik auf diesen Zeit- und Längenskalen ermöglichen. Die Studierenden können die Aussagekraft von Experimenten in der Fachliteratur kritisch beurteilen. Die Studierenden können beurteilen welche Informationen über Moleküldynamik mit unterschiedlichen Methoden zugänglich sind und die Methode wählen, die für eine bestimmte Fragestellung geeignet ist. Die Studierenden können die Bedeutung von Moleküldynamik für unterschiedliche Phänomene (chemische Reaktionen, Proteinfunktion, Strukturbildung in kondensierter Materie) einschätzen.</p>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
<p>Seminar: Leistungsnachweis zur Vorlesung <i>Einführung in die Biophysik</i> oder <i>(Bio-)molekulare Dynamik</i>          Praktikum: Leistungsnachweis zur Vorlesung <i>Einführung in die Biophysik</i></p>					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
<p>Grundlagen der Chemie (Stöchiometrie, Reaktionskinetik, Thermodynamik), Grundlagen der organischen Chemie</p>					
<b>Organisatorisches</b>					
<p>Teilimportmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung der Masters Biophysik. (Die Klausur erfordert eine <b>Anmeldung</b>, spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis zwei Werktage vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.) Zusätzlich wird die Teilnahme an Prüfungen, aus organisatorischen Gründen, in den Veranstaltungen abgefragt.</p>					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Bachelor Biophysik / FB13		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14, Master Chemie / FB14		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungen: Sommersemester</li> <li>- Seminar: in der Regel als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit des Sommersemesters</li> <li>- Praktikum: Winter- oder Sommersemester</li> </ul>		
<b>Dauer des Moduls</b>			1-2 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Bredenbeck		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>			Übung & Seminar: Regelmäßige und aktive Teilnahme		

<b>Leistungsnachweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungen: je Klausur (90 Min.) oder Fachgespräch (30 Min.)</li> <li>- Optional Seminar: Präsentation (30 Min.)</li> <li>- Optional Praktikum: Erfolgreiche Bearbeitung und Protokolle der Praktikumsversuche (siehe Praktikumsregularien)</li> </ul>						
<b>Lehr- / Lernformen</b>	Vorlesung, Seminar, Praktikum						
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>	Deutsch						
<b>Modulprüfung</b>	<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>						
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>	Keine						
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
Einführung in die Biophysik		V+Ü	2,5+1,5		5		
Biophysik		S	2		3		
Biophysik		P	4		4		
(Bio-)molekulare Dynamik		V	2		3		
SUMME			4-12		3-15		

## Importmodul

<b>[2.22]</b> <i>Electron Microscopy with Image Processing</i>	<b>Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>6 CP (insg.) = 180 h</b> <b>Kontaktstudium 6 SWS / 90 h</b> <b>Selbststudium 90 h</b>		<b>6 SWS</b>
<b>Inhalte</b>					
<p><u>Vorlesung:</u> Elektronenmikroskopie, Kryo-Elektronenmikroskopie, Einzelpartikelanalyse, Kryo-Elektronentomographie, Zelluläre Kryo-Elektronentomographie, Korrelative Licht- und Elektronenmikroskopie, Bildgebende Verfahren, Methoden der Bildrekonstruktion, Methoden zur Vermeidung des Hintergrundrauschens, Methoden der Bildmanipulation, Fourier Transformation, Programmieren mit MATLAB, Programmieren mit C/C++.</p> <p><u>Übung:</u> Die Studierenden wenden ihre theoretischen Kenntnisse an und erlernen moderne Programmiersprachen (z.B. MATLAB, C/C++) und moderne Software-Entwicklung. Es werden Hausaufgaben gestellt, die in der nächsten Stunde besprochen werden.</p> <p><u>Praktikum:</u> In der Blockveranstaltung werden nach jeweils 2-stündiger Einführungsvorlesung praktische Aspekte der biologischen Elektronenmikroskopie und Bildverarbeitung direkt an den Forschungsgeräten in Kleingruppen bearbeitet.</p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
<p>In der <u>Vorlesung</u> Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung lernen die Studierenden die theoretischen Grundlagen der biologischen Elektronenmikroskopie (insbesondere der Einzelpartikel Kryo-Elektronenmikroskopie und der zellulären Elektronentomographie). Begleitend werden die grundlegenden Algorithmen der Bildverarbeitung eingeführt und die Studierenden können anhand dieser Grundlagen selbst neue und fortgeschrittene Algorithmen entwerfen. Es werden die mathematischen Grundlagen und Anwendungen diskutiert. Ziel der Vorlesung ist es, fundiertes Hintergrundwissen der Elektronenmikroskopie zu vermitteln, wodurch die Studierenden ihre zukünftigen Elektronenmikroskopie-Projekte erfolgreich verfolgen können.</p> <p>In den zugehörigen <u>Übungen</u> können die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse anwenden. Sie werden mit (a) allgemeinen Methoden der Prozessierung elektronenmikroskopischer Daten und (b) der Bildverarbeitung in MATLAB vertraut gemacht. In den Hausaufgaben vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse und präsentieren ihre Ergebnisse in der nächsten Stunde.</p> <p>Der Vorlesungsteil des <u>Praktikums</u> vermittelt die Grundlagen der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie (TEM und SEM) und gibt eine Übersicht über Probenvorbereitungstechniken. Weiterhin werden Bildverarbeitungstechniken vorgestellt, die in der strukturellen biologischen Elektronenmikroskopie angewendet werden. Im praktischen Teil wird in Kleingruppen (3-4 Studierende) gearbeitet. Die Studierenden werden Negativfärbung und Kryo-Fixationsmethoden anwenden, die Ultramikrotomie mit Diamantmessern ausführen und praktische Erfahrungen an TEMs sammeln.</p>					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Keine					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Grundlagen der Optik (z.B. Lichtmikroskopie) Mathematische Grundlagen (z.B. Fourier-Transformation) Für die Übungen wird die Teilnahme an der Vorlesung dringend empfohlen.					
<b>Organisatorisches</b>					
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Bachelors/Masters Biophysik. Das Praktikum findet als Blockveranstaltung statt.					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Bachelor/Master Biophysik / FB13		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			- Vorlesung: Wintersemester - Übung: Wintersemester - Praktikum: jedes Semester		
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Frangakis		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>			Übung & Praktikum: Regelmäßige und aktive Teilnahme		
<b>Leistungsnachweise</b>			- Vorlesung: Fachgespräch (30 Min.) - Übung: kommentierte Hausaufgabe - Praktikum: Präsentation eines Forschungsartikels		
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung, Übung, Praktikum		
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Englisch, Deutsch auf Wunsch		
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>		
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>			Keine		
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>					
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>					

	LV-Form	SWS	Semester CP			
			1	2	3	4
Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	V	2	2			
Programmierung	Ü	2	2			
Einführung in die biologische Elektronenmikroskopie mit Bildverarbeitung	P	2	2			
SUMME		6	6			



**Importmodul:**

[2.23] <i>Introduction to Biomolecular Simulations</i>	<b>Modellierung und Simulation von Biomolekülen</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>6 CP (insg.) = 180 h</b>				<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60 h	<b>Selbststudium</b> 120 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><b>Vorlesung:</b> Review of probability theory; Primer in equilibrium statistical mechanics, with review of the necessary classical mechanics and mathematics. Highlights on structures as free energy minimizer; Introduction to stochastic phenomena. Gaussian noise, Brownian motion, diffusion (Fokker-Planck equation); Two state systems: from Ion channels to cooperative binding; Kramer's theory for thermally activated processes. Protein folding; Numerical simulations. Euler algorithm for Brownian motion.</p> <p><b>Übung:</b> Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs wird die Vorlesung von einer praktischen Übung und eigenständiger Literaturarbeit begleitet.</p> <p>Introduction to MD + equilibrium MD; Molecular dynamics. Scales in time and space. Atomistic and coarse-grained MD; Biophysical Interactions, all-atom Force fields and coarse grain force field (Martini); Production code and parallel computing. Introduction to GROMACS; Predicting biophysical properties; Periodic boundary conditions. Ewald's summation for electrostatics; Thermostats &amp; Barostats; Visualizing Biophysical Systems; Molecular simulations of biological systems.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Understand the basic principles of equilibrium and out-of-equilibrium statistical mechanics.</p> <p>Understand the principles of molecular dynamics simulations and the technical details involved in the setup of MD simulations. Perform basic molecular dynamics simulations of biological systems. Calculate biophysical properties of biomolecules to help the interpretation of the experimental data.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Grundkenntnisse der Thermodynamik und Statistik							
<b>Organisatorisches</b>							
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Bachelors/Masters Biophysik. (Die Prüfung erfordert eine online <b>Anmeldung, spätestens sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis ein Werktag vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biophysik / FB13					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Chemie / FB14, Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Sommersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Dr. Schwierz-Neumann (Prof. Hummer)					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Übung: Regelmäßige und aktive Teilnahme, Bearbeitung der Übungen					
<b>Leistungsnachweise</b>		Klausur (90Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Übung					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Modellierung und Simulation von Biomolekülen	V	2		3		
	Modellierung und Simulation von Biomolekülen	Ü	2		3		
	SUMME		4		6		

## Importmodul

[2.24] <i>Computational Drug Design</i>	Computerorientierte Medikamententwicklung	Wahlpflicht- modul	5 CP (insg.) = 150 h				4 SWS
			Kontaktstudium 4 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Lecture</u>: The theory and application of computational methods used in drug design and discovery are presented in an application-oriented way. For this purpose, different computational methods, such as docking, modeling, ligand-based approaches, bioinformatic approaches as well as molecular dynamics (MD) simulation-based methods, are introduced. Their applications in drug design will be discussed with numerous examples from published scientific literature. Furthermore, for each method the widely used softwares will be introduced and exercises utilising these software are integrated into the lectures.</p> <p><u>Practical course</u>: During the practical part, the individual methods are applied to simple problems of drug design. The topics offer a wide variety of computational methods spanning theoretical biophysics, biochemistry, and medicinal chemistry.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
The goal of this module is to introduce the students to the modern computational tools widely used for drug design. Students understand the theory, application, and limitations of each method and would be able to use them for specific projects. Through the focus on sample programs, students learn how to use computational methods in different projects.							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
Keine							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Basic knowledge of programming and Linux environment, bachelor-level knowledge of organic chemistry as well as good knowledge of protein chemistry and structure. Use your own laptop during the lecture.							
<b>Organisatorisches</b>							
Importmodul, es gelten die Anmelde- und Rücktrittsfristen der Ordnung des Bachelors/Masters Biophysik. (Die Prüfung erfordert eine online <b>Anmeldung</b> , spätestens <b>sieben Tage</b> vor dem Prüfungstermin. Bis ein Werktag vor dem Prüfungstermin ist der Rücktritt ohne Angabe von Gründen möglich.)							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Biophysik / FB13					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		Wintersemester					
<b>Dauer des Moduls</b>		1 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Prof. Hummer					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>		Keine					
<b>Teilnahmenachweise</b>							
<b>Leistungsnachweise</b>		Vorlesung: Schriftliche (Klausur, 90 Min.) oder Fachgespräch (30 Min.)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Vorlesung, Praktikum					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Englisch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV- Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Computational Drug Design	V	2	3			
	Computational Drug Design	P	2	2			
	SUMME		4	5			

**Teilimportmodul:**

[2.25] <i>Molecular Biosciences</i>	<b>Molekulare Biowissenschaften</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>	<b>6 CP (insg.) = 180 h</b>		<b>4 SWS</b>
			<b>Kontaktstudium 4 SWS / 60 h</b>	<b>Selbststudium 120 h</b>	
<b>Inhalte</b>					
<p>In diesem Modul müssen vier Vorlesungen aus dem Bereich der molekularen Biowissenschaften belegt werden. Die Vorlesungen befassen sich mit unterschiedlichen molekularen Aspekten der Biologie.</p> <p>Folgende acht Vorlesungen können besucht werden:</p> <p><u>Entwicklungsbiologie &amp; Genetik:</u> In der Veranstaltung werden Aspekte der Entwicklungsbiologie sowie der klassischen und molekularen Genetik der Pilze behandelt. Spezielle Schwerpunkte sind die genetischen Grundlagen der vegetativen und sexuellen Entwicklung, der Alterung sowie der Interaktionen von Pilzen mit Pflanzen und Tieren. Darüber hinaus werden Konzepte zur Verwendung von biologischen Modellsystemen und die Translation von Erkenntnissen auf höhere Systeme vermittelt.</p> <p><u>Genomfunktion &amp; Genregulation:</u> Molekulargenetik und Molekularbiologie von archaealen und bakteriellen Modellarten. Genom und Regulation der Genexpression auf unterschiedlichen Ebenen, Stoffwechselregulation. Moderne Methoden der Molekulargenetik, Molekularbiologie, Biochemie, Mikrobiologie und Zellbiologie.</p> <p><u>Molekulare &amp; angewandte Mikrobiologie:</u> Im Vordergrund steht die Vermittlung der molekularen Basis der Adaptation von Mikroben an ihre Umwelt, die Signalerkennung und Signalweiterleitung bis hin zur Regulation von Transkription und Enzymaktivität.</p> <p><u>Molekulare &amp; angewandte Mikrobiologie:</u> Im Vordergrund steht die Vermittlung der molekularen Basis der Adaptation von Mikroben an ihre Umwelt, die Signalerkennung und Signalweiterleitung bis hin zur Regulation von Transkription und Enzymaktivität</p> <p><u>Pflanzliche Biochemie:</u> Die Vorlesung befasst sich mit der Biochemie der Chloroplasten, Stoffwechselflüssen und ihrer Regulation, sowie der Bioenergetik photosynthetischer Organismen.</p> <p><u>RNA-Biologie:</u> Inhalte dieser Vorlesung umfassen chemische Struktur und Konformation von RNA Bausteinen, Sekundär- und Tertiärstruktur von RNA, regulatorische RNA-Elemente in Prokaryoten, RNA-basierte Mechanismen in Eukaryoten, Struktur und Funktion von RNA-basierten molekularen Maschinen am Beispiel vom Ribosom und Spleißosom.</p> <p><u>Biosynthese von Naturstoffen:</u> In diesem Modul erhalten die Studierenden eine funktionelle Übersicht über Sekundärstoffe. Ein Schwerpunkt liegt auf den Biosynthesewegen, die zu Polyketiden und Peptiden, aber auch zu anderen Naturstoffklassen (Alkaloide, Terpene, Phenylpropanoide) führen. Dabei wird auf typische Reaktionsabläufe exemplarisch eingegangen. Weitere Inhalte sind Genklonierungen und genetische Stoffwechselmodifikationen in verschiedenen Organismen.</p> <p><u>Molekulare Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme:</u> Die Veranstaltungen beinhalten die Zellbiologie höherer Eukaryoten mit Fokus auf die Themengebiete intrazellulärer Stofftransport und Membranbiologie, sowie die zelluläre Biochemie von Eukaryoten am Beispiel von Säugerzellen, Hefen und Pflanzen. Spezielle Schwerpunkte sind der Signaltransport und seine Spezifitäten in den verschiedenen Systemen, der Proteintransport in Zellen von der Synthese bis zum Abbau, Stoffflüsse in der Zelle und über die Membran, und Organell- und Proteinkomplexdynamik.</p> <p><i>Es müssen vier Vorlesungen gewählt werden.</i></p>					
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>					
Die Studierenden werden nach Abschluss dieses Moduls ein Spektrum von speziellen Aspekten der pflanzlichen Biochemie, Mikrobiologie und Molekularbiologie überblicken. Dieses Spezialwissen hilft den Studierenden bei der Anfertigung von Seminararbeiten und bei der Suche nach einem Forschungsfeld.					
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>					
Keine					
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
Keine					
<b>Organisatorisches</b>					
Teilimportmodul des Masters Biowissenschaften. Es gelten die Anmelde-, Rücktrittsfristen der Ordnung des Bachelors Biochemie.					
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>			Master Molekulare Biowissenschaften / FB15		
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>			Master Biochemie / FB14		
<b>Häufigkeit des Angebots</b>			Sommersemester		
<b>Dauer des Moduls</b>			1 Semester		
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>			Prof. Büchel		
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>					
<b>Teilnahmenachweise</b>					
<b>Leistungsnachweise</b>			Klausur zu jeder Vorlesung (jeweils 30 Min.)		
<b>Lehr- / Lernformen</b>			Vorlesung		
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>			Deutsch / Englisch		
<b>Modulprüfung</b>			<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>		

<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Entwicklungsbiologie & Genetik	V	1		1,5		
	Genomfunktion & Genregulation	V	1		1,5		
	Molekulare und angewandte Mikrobiologie	V	1		1,5		
	Pflanzliche Biochemie	V	1		1,5		
	RNA-Biologie	V	1		1,5		
	Biosynthese von Naturstoffen	V	1		1,5		
	Molekulare Zellbiologie und Biochemie eukaryotischer Systeme	V	1		1,5		
	SUMME		4		6		

**Teilimportmodul:**

<p><b>[2.26]</b> <i>Toxicology and ecology</i></p>	<p><b>Toxikologie und Ökologie</b></p>	<p><b>Wahlpflichtmodul</b></p>	<p><b>6 CP (insg.) = 180 h</b></p>		<p><b>4 SWS</b></p>
			<p><b>Kontaktstudium</b> 4 SWS / 60 h</p>	<p><b>Selbststudium</b> 120 h</p>	
<p><b>Inhalte</b></p>					
<p><u>Grundlagen der Ökotoxikologie:</u> Die Vorlesung vermittelt theoretisches Faktenwissen im Fach Ökotoxikologie. Es werden allgemeine und vertiefte spezifische Kenntnisse zum Verhalten und zu den Effekten von Chemikalien in der Umwelt, ihren Wirkungen auf Organismen und Lebensgemeinschaften sowie zur Erfassung des von ihnen ausgehenden Risikos für die Ökosysteme vermittelt.</p> <p>Es werden folgende thematischen Schwerpunkte behandelt: Produktion und Freisetzung von Schadstoffen, Eintragspfade von Schadstoffen in Ökosysteme, Verhalten von Schadstoffen in Umweltkompartimenten, Langstreckentransport von Chemikalien, Persistenz und abiotische Umwandlung, Verbleib von Schadstoffen in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen, Toxikokinetik und Toxikodynamik, Aufnahme und Akkumulation von Schadstoffen, Verteilung, Umwandlung und Ausscheidung durch Organismen, Charakterisierung von Vergiftungen, Wirkmechanismen und Konzentrations-Wirkungsbeziehungen, Biologische Testverfahren, Umweltrisikobewertung von Chemikalien, Grenzwerte und ihre Ableitung, Biomonitoring und Bioindikation, Fallbeispiele für Schadstoffwirkungen.</p> <p><u>Einführung in die Humantoxikologie:</u> In der Vorlesung wird eine Einführung in alle Bereiche der Humantoxikologie gegeben. Neben den toxikologischen Grundlagen (Allgemeine Toxikologie; Teil 1 der Vorlesung) wird die Toxikologie wichtiger Organsysteme (Teil 2) und exemplarischer Substanzgruppen (Teil 3) als Grundlegung der Speziellen Toxikologie vermittelt.</p> <p>Im Teil 1 werden die Aufgaben der Toxikologie charakterisiert und Toxikodynamik und Toxikokinetik als die beiden Hauptdisziplinen der Toxikologie näher beleuchtet. Allgemeine Regeln der Wirkungscharakterisierung von Schadstoffen und der Beschreibung von Wirkungsmechanismen werden thematisiert. In der Toxikokinetik werden Gesetzmäßigkeiten von Aufnahme, Verteilung, Abbau und Ausscheidung toxischer Substanzen durch den menschlichen Organismus dargestellt. Schließlich sind die Toxizitätsbewertung gefährlicher Substanzen und die Behandlung von Vergiftungen weitere Themenkreise.</p> <p>Im Teil 2 werden toxische Wirkungen von Substanzen auf die Verdauungs- und Ausscheidungsorgane, das Blut und die blutbildenden Organe, das Immun- und Nervensystem (inkl. Sinnesorgane) sowie Haut und Lunge dargestellt. Besonderes Augenmerk wird auf fruchtschädigende (teratogene), krebserzeugende (kanzerogene) und hormonähnliche (endokrine) Wirkungen von gefährlichen Stoffen gelegt.</p> <p>Im letzten Vorlesungsabschnitt werden exemplarisch unterschiedliche Substanzgruppen und ihre toxischen Wirkungen vorgestellt. Hierzu gehören neben den Metallen und Metalloiden auch aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, organische Stickstoffverbindungen, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether, Phosphorsäureester, Carbamate und Alkylanzien.</p> <p><u>Gewässerökologie:</u> Die Vorlesung vermittelt theoretisches Faktenwissen zur Limnologie. Im Mittelpunkt der Veranstaltung steht die Verknüpfung aller Teilbereiche limnologischen und gewässerökologischen Grundwissens im Hinblick auf den Gewässerschutz sowie auf die Charakterisierung der Wassergüte und des Gewässerzustandes. Im Einzelnen werden folgende Themenbereiche intensiv bearbeitet: Wasser als Lebensraum, Hydrobiologie, Abflusskomponenten, Kennzeichen stehender und fließender Gewässer, chemisch-physikalische Faktoren in Gewässern, Stoffhaushalt bzw. Stoffkreisläufe, Nährstoffverteilung, Seen- und Fließgewässertypen, Zonierung von Gewässern, Lebensgemeinschaften und Besiedlung von Gewässern, Nahrungsketten bzw. Nahrungsnetze in limnischen Systemen, Plankton, Neuston/Pleuston, Benthon, Nekton, anthropogene (stoffliche sowie gewässerbauliche) Belastung und Renaturierung von Gewässern, Gewässerstrukturgütekartierung und biologische Gewässergütebeurteilung, Makrozoobenthosanalysen, EU-Wasserrahmenrichtlinie und Bewirtschaftungskonzepte für Gewässer.</p> <p><i>Es müssen zwei Vorlesungen gewählt werden.</i></p>					
<p><b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b></p>					
<p><u>Grundlagen der Ökotoxikologie:</u> Die Studierenden sind mit wichtigen Stoffeigenschaften vertraut, die zur Freisetzung und Verbreitung von Schadstoffen in der Umwelt führen. Sie kennen die grundlegenden Austauschvorgänge für Chemikalien zwischen den Umweltkompartimenten und sind in der Lage, die Aufnahme, Metabolisierung und Ausscheidung von Substanzen durch tierische und pflanzliche Organismen vorherzusagen sowie ihr Gefährdungs- und Risikopotential einzuschätzen. Damit sind sie in der Lage, selbständig besonders problematische Substanzen zu identifizieren, diese bezüglich ihrer Umweltrelevanz voneinander abgrenzen und für nachfolgende Untersuchungen zu priorisieren. Die Studierenden verfügen über das theoretische Wissen für die Auswahl geeigneter experimenteller Methoden für die Erfassung möglicher Umweltgefährdungen und für die darauf beruhende quantitative Ableitung des Risikos, das von diesen Substanzen ausgeht. Sie können entsprechende Analysen eigenständig durchführen und deren Ergebnisse kritisch hinterfragen.</p> <p><u>Humantoxikologie:</u> Die Vorlesung vermittelt den Studierenden grundlegende Kenntnisse zu den Wirkungen von Substanzen auf den menschlichen Organismus. Neben toxikodynamischen Grundlagen, die eine Charakterisierung der Wirkungen von Chemikalien unter Berücksichtigung mechanistischer Aspekte, von Struktur-Wirkungs- und Dosis-Wirkungs-Beziehungen erlauben, stehen toxikokinetische Gesetzmäßigkeiten im Vordergrund, die die Aufnahme, Verteilung und Elimination von Substanzen in Abhängigkeit von ihren Stoffeigenschaften darstellen. Den Studierenden werden weiterhin die aktuellen Vorschriften und gesetzlichen Grundlagen für die Toxizitätsbewertung von Chemikalien und die Grundzüge der Behandlung von Vergiftungen vermittelt. Sie lernen die wichtigsten Wirkungen von Substanzen auf die verschiedenen Organsysteme des Menschen kennen sowie die Effekte wichtiger Substanzgruppen.</p> <p>Es werden allgemeine Mechanismen vorgestellt, die anhand von konkreten Beispielen noch tiefer thematisiert werden. Dies wird durch den Bezug zu alltäglichen Anwendungen verstärkt. Es herrscht ein positives Lernklima, in der auch die Studierenden aufgefordert werden, aktiv mitzudenken und ihre Vorschläge und Lösungen beizusteuern. Dabei wird auch Bezug auf aktuelle Fälle genommen.</p> <p>Es handelt sich bei dieser Vorlesung um eine Einführungsveranstaltung, jedoch werden neben den Grundlagen tiefergehende Systeme und Mechanismen erklärt. Eine weitere Spezialisierung ist mit anderen Veranstaltungen möglich.</p> <p><u>Gewässerökologie:</u> Die Studierenden werden theoretisch mit den Grundlagen der Limnologie vertraut sein, die physikalische und ökologische Funktionsweise von stehenden und fließenden Gewässern unterscheiden und beurteilen können,</p>					

ökosystemare Zusammenhänge und Prozesse in unterschiedlichen aquatischen Ökosystemen vergleichen können, die Rolle der Gewässerökologie im Bezug zum Umweltschutz bewerten und die unterschiedlichen Auswirkungen von Beeinträchtigungen interpretieren können.

**Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls**

Keine

**Empfohlene Voraussetzungen**

Kenntnisse der anorganischen und organischen Chemie werden erwartet.

**Organisatorisches**

Teilimportmodul des Masters Ökologie und Evolution. Es gelten die Anmelde-, Rücktrittsfristen der Ordnung des Bachelors Biochemie

**Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)** Master Ökologie und Evolution / FB15

**Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge** Master Ökologie und Evolution, Biologie Lehramt für Gymnasien (L3), Master Biochemie / FB14

**Häufigkeit des Angebots**

- Vorlesung - *Grundlagen der Ökotoxikologie*: in der 2. Hälfte des Wintersemesters
- Vorlesung - *Humantoxikologie*: Sommersemester
- Vorlesung - *Gewässerökologie*: 1. Hälfte des Sommersemesters

**Dauer des Moduls** 1 Semester

**Modulbeauftragte / Modulbeauftragter** Prof. Oehlmann

**Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen**

**Teilnahmenachweise**

**Leistungsnachweise** Jeweils Klausur über die Inhalte der jeweiligen Vorlesung (60 Min.)

**Lehr- / Lernformen** Vorlesung

**Unterrichts- / Prüfungssprache** Deutsch

**Modulprüfung Form / Dauer / ggf. Inhalt**

**Modulabschlussprüfung bestehend aus:** Keine

**kumulative Modulprüfung bestehend aus:**

**Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:**

	LV-Form	SWS	Semester CP			
			1	2	3	4
Grundlagen der Ökotoxikologie	V	2	3			
Humantoxikologie	V	2		3		
Gewässerökologie	V	2		3		
SUMME		4	6			

**Importmodul:**

[2.27] <i>Soft Skills</i>	Schlüssel-qualifikationen	Wahlpflicht-modul	3 - 9 CP = 120 - 270 h		2 - 6 SWS		
			Kontaktstudium 2-6 SWS /30-90 h	Selbststudium 90 - 180 h			
<b>Inhalte</b>							
<p><u>Mentoring / Tutoring</u>: Anleitung studentischer Lerngruppen; Betreuung und Beratung von Studierenden in den Anfangssemestern.</p> <p><u>Patentrecht, Gebrauchsmuster, Design, Marke: Gewerblichen Rechtsschutz</u>: Überblick über die verschiedenen, relevanten Schutzrechte: Patent; Patentanmeldung; Gebrauchsmuster; Design; Marke; Besprechung der Verfahren vor dem Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA); Von der Anmeldung bis zur Erteilung/Eintragung; Grundrisse europäischer und internationaler Anmeldeverfahren; Grundzüge des Arbeitnehmererfindungsrechts.</p> <p><u>Scientific English</u>: Bearbeitung englischsprachiger Fachtexte; Darstellung wissenschaftlicher Inhalte in englischer Sprache (Präsentation und Referat); Erarbeitung eines Beitrags für ein wissenschaftliches Journal.</p> <p><u>Deutsch für Studierende mit Deutsch als Fremdsprache</u>: Perfektionierung der deutschen Wissenschaftssprache für Nicht-Muttersprachler.</p>							
<b>Lernergebnisse / Kompetenzziele</b>							
<p>Die Studierenden vertiefen Schlüsselqualifikationen wie Präsentationstechniken, Sprachkenntnisse sowie die Anleitung von studentischen Lerngruppen. Dabei üben sie die unterschiedlichen Rollen in Lerngruppen ebenso wie Diskussionsleitung oder Teamarbeit und bauen ihre Kommunikationsfähigkeit und Führungskompetenz aus.</p> <p>Sie erwerben grundlegende Kenntnisse in den industrierelevanten Feld des gewerblichen Rechtsschutzes, wie Patentrecht, Gebrauchsmuster, Design, Marke und gewinnen Einblicke in den Umgang mit geistigem Eigentum, Arbeitnehmererfindungsrecht sowie den Anmeldeverfahren.</p> <p>Sie erlernen das wissenschaftliches Lesen, Verstehen, Übersetzen von wissenschaftlichen Artikel sowie den wissenschaftlichen "Smalltalk" in englischer Sprache. Ferner üben und erlenen sie die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse in englischer Sprache.</p> <p>Sie erlangen eine vertiefte deutsche Sprachkompetenz um den Lehrveranstaltungen besser folgen zu können und um in schriftliche und mündlichen Prüfungen sich besser ausdrücken zu können.</p>							
<b>Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls</b>							
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>							
Keine							
<b>Organisatorisches</b>							
Teilimportmodul, es gelten die Prüfungsregularien der Ordnung der Bachelors Chemie. Patentrecht und Deutsch erfordern eine E-Mail Anmeldung.							
<b>Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich)</b>		Master Chemie / FB14					
<b>Verwendbarkeit des Moduls für andere Studiengänge</b>		Master Biochemie / FB14					
<b>Häufigkeit des Angebots</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutoring/Mentoring, Patentrecht... : Wintersemester</li> <li>- Scientific English: Sommersemester</li> <li>- Deutsch... : jedes Semester</li> </ul>					
<b>Dauer des Moduls</b>		1-2 Semester					
<b>Modulbeauftragte / Modulbeauftragter</b>		Dr. Lill					
<b>Studiennachweise/ ggf. als Prüfungsvorleistungen</b>							
<b>Teilnahmenachweise</b>		Regelmäßige und aktive Teilnahme					
<b>Leistungsnachweise</b>		pro Veranstaltung ein Leistungsnachweis (max. 3 je nach Wahl der Lehrveranstaltung. Mentoring/Tutoring: Portfolio der Übungsstunden; Patentrecht: Präsentation (15 min.); Scientific English: Präsentation (10 Min.); Deutsch: Fachgespräch oder nach Vorgabe des ISZ)					
<b>Lehr- / Lernformen</b>		Seminar					
<b>Unterrichts- / Prüfungssprache</b>		Deutsch					
<b>Modulprüfung</b>		<b>Form / Dauer / ggf. Inhalt</b>					
<b>Modulabschlussprüfung bestehend aus:</b>		Keine					
<b>kumulative Modulprüfung bestehend aus:</b>							
<b>Bildung der Modulnote bei kumulativen Modulprüfungen:</b>							
		LV-Form	SWS	Semester CP			
				1	2	3	4
	Mentoring / Tutoring	S	2	3			

Patentrecht, Gebrauchsmuster, Design, Marke: Gewerblichen Rechtsschutz	S	2	3			
Scientific English	S	2		3		
Deutsch für Studierende mit Deutsch als Fremdsprache	S	2	3			
SUMME		2 - 6	3 - 9			

S