

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Modulhandbuch
Chemie
Master of Science

Sommersemester 2016

Stand: 11.04.2016

MATHEMATISCH- NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT
Fachbereich Chemie



Inhalt

1. Beschreibung des Studiengangs	3
1.1 Qualifikationsziele	3
1.2 Konzept und Regelungen des Studiengangs	4
2. Studienverlaufsplan	8
2.1 Übersicht nach Modulen	8
2.2 Übersicht nach Studienverlauf	9
2.3 Übersicht nach Studienverlauf und Prüfungsanforderungen	10
3. Modulbeschreibungen	12
3.1. Haupt-Module (HM1 und HM2)	12
3.2. Neben-Module (NM1 und NM2)	41
3.3. Laborpraktikums-Module (PM1, PM2 und PM3)	55
3.4. Zusatzqualifikationen (Soft Skills)	64
3.5. Abschlussarbeit (MA)	65

1. Beschreibung des Studiengangs

1.1 Qualifikationsziele

In dem Master-Studium Chemie vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse in Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie. Weiterhin erwerben oder vertiefen sie sowohl praktische Fertigkeiten als auch theoretische Kenntnisse in einem Wahlpflichtfach, das aus den Bereichen Analytische Chemie, Biochemie, Materialwissenschaften, Medizinische Chemie, Synthesechemie und Theoretische Chemie gewählt werden kann. Sie experimentieren in zeitgemäß ausgestatteten chemischen Laboratorien und vervollständigen ihre Kompetenzen im sicheren Umgang mit Apparaturen und Chemikalien. Sie erweitern ihre Stoff- und Methodenkompetenz aus dem vorhergehenden Bachelor-Studium, so dass sie zu eigenständiger wissenschaftlicher Arbeit zum Beispiel während einer Promotion in der Lage sind.

Das Master-Studium gibt die Möglichkeit zum Erwerb interdisziplinärer Fertigkeiten. Die Studierenden perfektionieren ihre Fähigkeiten, Beobachtungen zu machen und zu beschreiben, umfangreiche Daten zu sammeln und zu analysieren. Sie sind in der Lage, komplexe Problemstellungen zu bearbeiten, zu lösen und diese kritisch zu hinterfragen. Sie können das erlernte Fachwissen und die Methoden wiedergeben, in einen größeren Kontext einordnen und wissenschaftlich angemessen darstellen. Die Studierenden komplettieren ihre Fähigkeiten der Kommunikation, der Verantwortungsübernahme und des Arbeitens in einem Team.

Wo möglich, werden im Master-Studium Chemie Inhalte in einen größeren wissenschaftlichen, praxisbezogenen und gesellschaftlichen Kontext gestellt. Mit dem Master-Abschluss steht den Studierenden der Einstieg in das Berufsleben, in eine Promotion oder der Wechsel in ein nicht-chemisches weiterführendes Studium offen.

Der Master-Studiengang Chemie der Universität Tübingen hat eine Regelstudienzeit von vier Semestern. Das Studium wird mit der Masterarbeit (M.Sc. Thesis) abgeschlossen.

1.2 Konzept und Regelungen des Studiengangs

Studien und Prüfungsordnung

Dies ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Regelungen aus der Studien- und Prüfungsordnung der Universität Tübingen für den Studiengang Chemie mit akademischer Abschlussprüfung Master of Science (M. Sc.) – Allgemeiner Teil (SPO-AT) und der Studien- und Prüfungsordnung der Universität Tübingen für den Studiengang Chemie mit akademischer Abschlussprüfung Master of Science (M. Sc.) – Besonderer Teil (SPO-BT). Im Zweifelsfall gelten die Regelungen aus dem Landeshochschulgesetz des Landes Baden Württemberg (LHG-BW), der SPO-AT und der SPO-BT in dieser Reihenfolge vorrangig vor allen Regelungen im Modulhandbuch.

Leistungspunkte

Für erfolgreich besuchte Veranstaltungen erhalten Studierende Leistungspunkte (LP), die auch mit der äquivalenten Bezeichnung ECTS-Punkte benannt werden. ECTS steht für European Credit Transfer and accumulation System. Ein Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden, der Kontaktzeit zu Lehrenden und Selbststudium beinhaltet. Eine Stunde im Vorlesungsverzeichnis entspricht einer Semesterwochenstunde (SWS). Es wird folgender Umrechnungsschlüssel zwischen Leistungspunkten und Semesterwochenstunden verwendet:

Vorlesungen, Übungen, Seminare: 1,5 LP = 1 SWS

Praktika: 0,7 - 1,0 LP = 1 SWS

Der gesamte Studiengang enthält 120 LP.

Fächer

Der Studiengang enthält die Fächer

Anorganische Chemie (AC),

Organische Chemie (OC),

Physikalische Chemie (PC) und

die von den Studierenden als Haupt- oder Neben-Module belegt werden müssen. Weiterhin muss ein Haupt- oder Neben-Modul aus dem Bereich der Wahlpflicht-Fächern (WF)

Analytische Chemie (AN),

Biochemie (BC),

Materialwissenschaften (MW),

Medizinische Chemie (MC),

Synthesechemie (SC) oder

Theoretische Chemie (TC)

gewählt werden.

Haupt- und Neben-Module

Es werden Haupt-Module (HM) zu je 15 ECTS Punkten mit 8 SWS Vorlesungen plus 90 Stunden Gesamtarbeitszeit für die Prüfungsvorbereitung und Neben-Module (NM) zu je 9 ECTS Punkten mit 4 SWS Vorlesungen plus 90 Stunden Gesamtarbeitszeit für die Prüfungsvorbereitung angeboten. Im Masterstudiengang müssen zwei Haupt-Module und zwei Neben-Module absolviert werden (SPO-BT §3).

Die Module beinhalten Vorlesungen, Seminare und Übungen, die in der Regel in den ersten zwei Semestern des Masterstudiums besucht werden. Haupt- und Neben-Module werden durch eine benotete Prüfung abgeschlossen.

Die Inhalte der Module werden von dem Modulkoordinator / der Modulkoordinatorin in Zusammenarbeit mit den beteiligten Dozenten / Dozentinnen erstellt. Hierbei können Pflichtveranstaltungen und fakultative Veranstaltungen festgelegt werden.

Die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Veranstaltungen eines Haupt- oder Neben-Moduls wird durch eine Kenntnisstand-Prüfung nachgewiesen, die Zugangsvoraussetzung zur Modulprüfung im selben Fach ist. Der Ablauf dieser Prüfungen wird in jedem Modul nach Maßgabe der Dozenten der Lehrveranstaltungen durchgeführt. Die Kenntnisstand-Prüfung ist in der Regel ein halbstündiges mündliches Kolloquium. Für die Kenntnisstand-Prüfungen werden keine für die Modulnote relevanten Noten vergeben.

Der Ablauf von Kenntnisstand-Prüfungen wird in den Instituten durch Prüfungsbücher dokumentiert. Über erfolgreich absolvierte Kenntnisstand-Prüfungen erhält das Prüfungsamt eine Mitteilung mit dem Namen und Matrikelnummer des / der Studierenden, der geprüften Veranstaltung(en), Datum der Prüfung und Namen der Prüfer.

Studierende, die Kenntnisse an einer anderen Hochschule erworben haben, die den Qualifikationszielen eines Moduls vergleichbar sind, können beim Prüfungsausschuss beantragen, sich die an der anderen Hochschule erworbenen Leistungen anrechnen zu lassen und die Modulprüfung in reduziertem Umfang zu absolvieren. Die Anrechnung von Studienleistungen ist in der SPO-AT §6 entsprechend der Lissabon Konvention geregelt.

Die Modulprüfung eines Haupt- oder Nebenmoduls wird im Prüfungsamt angemeldet. Hierbei werden die in diesem Modul besuchten Veranstaltungen angegeben und der Prüfungsstoff festgelegt. Der Prüfungsstoff umfasst die Pflichtveranstaltungen und zusätzlich von den Studierenden auszuwählende fakultative Veranstaltungen des Moduls. Die Veranstaltungen des Prüfungsstoffs müssen insgesamt mindestens 12 ECTS Punkten in einem Haupt-Modul bzw. 6 ECTS Punkten in einem Neben-Modul entsprechen. Eine (modulübergreifende) Veranstaltung darf nicht zu dem Prüfungsstoff mehrerer Modulprüfungen gehören. Die Studierenden können Prüferwünsche äußern. Die endgültige Entscheidung über die Prüfer trifft jedoch der Vorsitzende des Prüfungsausschusses (SPO AT § 5 Abs. 1 Satz 3).

Alle Modulprüfungen müssen bis spätestens 6 Wochen nach Abgabe der Masterarbeit absolviert sein (SPO AT §17 Abs. 6 Satz 4). Sie sollten jedoch vor dem Beginn der Masterarbeit erfolgreich bestanden sein.

In der Regel erfolgt eine Modulprüfung mündlich. Sie wird von zwei Dozenten des Fachs abgehalten und dauert 45 Minuten. Die Modulprüfungen umfassen den bei der Anmeldung festgelegten Prüfungsstoff. Die Note der Prüfung wird dem / der Studierenden im Anschluss an die Prüfung mitgeteilt.

Praktikums-Module

Aus den vier Bereichen (Fächern) Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie und einem Wahlpflichtfach sind von den Studierenden drei Praktikums-Module (PM1, PM2 und PM3) im Umfang von je 12 ECTS Punkten zu wählen. In der Regel soll nur ein Praktikum des Masterstudiums in demselben Arbeitskreis durchgeführt werden.

Für jedes Praktikum ist eine Bearbeitungsdauer von 7 Wochen (bzw. 280 Stunden Arbeitszeit) vorgesehen, wenn in dieser Zeit keine anderen Veranstaltungen besucht werden. In die Bearbeitungsdauer ist der Zeitaufwand für die Erstellung des Protokolls von mindestens 2 Wochen (bzw. 80 Stunden) einzurechnen. Der Ablauf und insbesondere der Anfangs- und Endzeitpunkt des Praktikums muss vor Beginn so festgelegt werden, dass der/die Studierende in der vorgegebenen Zeit maximal 200 Stunden an dem Praktikum arbeiten kann und dann noch mindestens 80 Stunden für die Erstellung des Protokolls zur Verfügung hat. Im Protokoll eines Praktikums werden der Beginn des Praktikums und der Abgabetermin der endgültigen Fassung des Protokolls angegeben. Ein verspätetes Einreichen eines Protokolls muss von dem Betreuer / der Betreuerin in der Benotung berücksichtigt werden.

Zum Praktikum gehört zusätzlich ein Vortrag, in dem die Ergebnisse des Praktikums in einem wissenschaftlichen Zusammenhang dargestellt werden. Für die Vorbereitung des Vortrags sowie für Literaturrecherchen und vorbereitende Arbeiten vor dem Laborpraktikum werden 2 Wochen (80 Stunden) Arbeitszeit veranschlagt. Der Vortrag wird in der Regel im Arbeitskreis des Betreuers / der Betreuerin gehalten. Er soll nicht später als zwei Monate nach Beendigung des Praktikums gehalten werden. Alternativ zu einem Vortrag kann ein Testat über die Inhalte des Praktikums abgehalten werden. Die Gesamtleistung von Studierenden im Praktikum wird benotet und an das Prüfungsamt weitergeleitet.

Masterarbeit

Die Masterarbeit kann angemeldet werden, sobald die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den zwei Haupt-Modulen, den zwei Neben-Modulen, den drei Praktikums-Modulen und den Zusatzqualifikationen erbracht ist (SPO-BT §8). Für die Haupt- und Neben-Module müssen hierzu die Kenntnisstand-Prüfungen bestanden sein, die Praktikums-Module müssen absolviert sein und von den Zusatzqualifikationen muss die Hälfte der zu erbringenden Leistungspunkte erworben sein. Die Anmeldung erfolgt im Prüfungsamt. Bei Beginn der Masterarbeit darf der Zeitpunkt zu dem der / die Studierende alle vier Masterprüfungen erfolgreich bestanden hat nicht länger als 6 Wochen zurückliegen. Ausnahmen hiervon können vom Prüfungsausschuss genehmigt werden.

Die Bearbeitungsfrist der Master-Arbeit beginnt mit der Anmeldung zur Masterarbeit und beträgt sechs Monate. Die Abgabefrist kann in begründeten Fällen auf Antrag vom Prüfungsausschuss verlängert werden (SPO-AT §17 Abs. 2). Die fertige Masterarbeit ist in drei gebundenen Exemplaren beim Prüfungsamt einzureichen.

Benotung (siehe SPO-AT §14; SPO-BT §10)

Es werden die Noten 1.0, 1.3, 1.7, 2.0, 2.3, 2.7, 3.0, 3.3, 3.7, 4.0 und 5.0 vergeben.

Die Masterarbeit wird nach der SPO-AT §17(5) benotet.

Die Gesamtnote wird nach SPO-BT §10 aus den nach Leistungspunkten gewichteten Noten der benoteten Module des Masterstudiengangs ermittelt. Dabei werden zwei Dezimalstellen hinter dem Komma berücksichtigt; alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen. Die jeweilige Prüfungsnote lautet: bis 1.50 sehr gut, 1.51 bis 2.50 gut, 2.51 bis 3.50 befriedigend, 3.51 bis 4.00 ausreichend, ab 4.01 nicht ausreichend (SPO-AT § 14(2) und (3)).

Abweichungen von den Regelungen

Abweichungen von den hier angegebenen Regeln können zugelassen werden, sofern sie nicht im Widerspruch zur SPO-AT, SPO-BT und dem LHG-BW stehen. Über diese Fälle entscheidet der Prüfungsausschuss.

2. Studienverlaufsplan

2.1 Übersicht nach Modulen

(entsprechend der Modulübersicht der Studien- und Prüfungsordnung)

Modulnummer	Pflicht / Wahlpflicht	Modultitel	Empfohlenes Fachsemester	LP
HM1	W	Haupt-Modul 1	1-3	15
HM2	W	Haupt-Modul 2	1-3	15
NM1	W	Neben-Modul 1	1-3	9
NM2	W	Neben-Modul 2	1-3	9
PM1	W	Praktikum Master 1	1-3	12
PM2	W	Praktikum Master 2	1-3	12
PM3	W	Praktikum Master 3	1-3	12
ZQM	W	Zusatzqualifikation	1-3	6
MA	P	Masterarbeit	4	30

2.2 Übersicht nach Studienverlauf

Studienbereich	Modultitel	Fachsemester				Σ LP
		1	2	3	4	
Studienbereiche AC, OC, PC,WF	HM1 Hauptmodul 1	9	6			15
	HM2 Hauptmodul 1	6	9			15
	NM1 Neben-Modul 1	3	6			9
	NM2 Neben-Modul 2	6	3			9
	PM1 Praktikum Master 1		2	10		12
	PM2 Praktikum Master 2		2	10		12
	PM3 Praktikum Master 3		2	10		12
	MA Masterarbeit				30	30
Studienbereich SK	ZQM Zusatzqualifikationen	6				6
		30	30	30	30	120

Haupt-Modul 1 und Haupt-Modul 2 können aus je einem der Module der

- Anorganischen Chemie (ACH),
- Organischen Chemie (OCH),
- Physikalischen Chemie (PCH)
- und einem der Wahlpflicht-Fächer (WFH) gewählt werden.

Neben-Modul 1 und Neben-Modul 2 können aus je einem der Module der

- Anorganischen Chemie (ACN),
- Organischen Chemie (OCN),
- Physikalischen Chemie (PCN)
- und einem der Wahlpflicht-Fächer (WFN)

gewählt werden, die nicht als Haupt-Module gewählt wurden.

Praktikums-Modul 1 (PM1), Praktikums-Modul 2 (PM2) und Praktikums-Modul 3 (PM3) können aus je einem der Module der

- Anorganischen Chemie (ACMP),
- Organischen Chemie (OCMP),
- Physikalischen Chemie (PCMP)
- und einem der Wahlpflichtfächer (WFMP)

gewählt werden. Der Ablauf von Praktikums-Modulen ist in diesem Modulhandbuch auf Seite 6 beschrieben

Als Wahlpflichtfächer gelten:

- Analytische Chemie (AN)
- Biochemie (BC)
- Materialwissenschaften (MW)
- Medizinische Chemie (MC)
- Synthesechemie (SC)
- Theoretische Chemie (TC)

2.3 Übersicht nach Studienverlauf und Prüfungsanforderungen

		Prüfungsleistung				Lehrform			gesamt	Semester	
		Bewertungssystem	Prüfungsform	Dauer (min)	Gewichtung (LP)	SWS	Status	Art der Lehrform		1-3.	4.
										LP	LP
Die Zuordnung von LP zu Veranstaltungen haben informativen Charakter. LP Gut-schrift erfolgt erst nach Abschluss des Moduls.											
A Haupt-Module*						16			30		
ACH	Anorganische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
OCH	Organische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
PCH	Physikalische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
ANH	Analytische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
BCH	Biochemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
MCH	Medizinische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
MWH	Materialwissenschaften	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
SCH	Synthesechemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
TCH	Theoretische Chemie	b	MP	45	15	8	f	V,U,S		15	
B Neben-Module*						8			18		
ACN	Anorganische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
OCN	Organische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
PCN	Physikalische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
ANN	Analytische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
BCN	Biochemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
MCN	Medizinische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
MWN	Materialwissenschaften	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
SCN	Synthesechemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
TCN	Theoretische Chemie	b	MP	45	9	4	f	V,U,S		9	
C Praktikums-Module						48			36		
ACMP	AC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
OCMP	OC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
PCMP	PC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
ANMP	AN Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
BCMP	BC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
MCMP	MC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
MWMP	MW Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
SCMP	SC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
TCMP	TC Praktikum	b	P	-	12	16	f	P		12	
D Soft Skills						6			6		
SK	Zusatzqualifikationen	ub			6	6	o	V,S		6	
E Abschluss-Modul						60			30		
MA	Masterarbeit	b	MA	-	30	60	o	MA			30
Summe		-	-	-	-	0	-	-	120	90	30

* Für die Vorbereitung der mündlichen Modulprüfungen (MP) zu Haupt- und Nebenmodulen werden 3 LP angerechnet.

Legende	
Bewertungs-system:	b = benotet; ub = unbenotet (bestanden/nicht bestanden) Die Zuordnung der Prüfungen zu Semestern hat empfehlenden Charakter.
Prüfungsform:	K= Klausur; MP= Mündliche Prüfung; P=Praktikum (praktische Arbeit im Labor, Protokoll und Präsentation)
Dauer:	Dauer der Prüfung in <i>min</i>
Gewichtung:	Bei Kursen = Gewichtung der Prüfungsnote für die Modulnote Bei Modulen = Gewichtung der Modulnote für die Endnote eingegeben.
SWS:	Semesterwochenstunden
Status:	o = obligatorisch; f = fakultativ
Art der Lehrform:	V=Vorlesung; S=Seminar; Ü=Übung, MA=Masterarbeit
LP:	Leistungspunkte (ECTS-Punkte)

3. Modulbeschreibungen

3.1. Haupt-Module (HM1 und HM2)

Modulnummer: ACH	Modultitel: Anorganische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Reiner Anwander		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Anorganischen Chemie, insbesondere der Koordinationschemie, der Metallorganischen Chemie, der Elementorganik sowie der Festkörperchemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen, methodischen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>ACMn1 „Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1“: Reaktionsmechanismen von Koordinationsverbindungen, Carben-Komplexe, ausgewählte Beispiele homogener Katalyse, schwach koordinierende Anionen.</p> <p>ACMn2 „Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2“: Struktur, Eigenschaften und Reaktivität ausgewählter metallorganischer Reagenzien, insbesondere σ-gebundener Alkyl- und Arylverbindungen der Gruppen 1 bis 4 sowie 11 und 12. Möglichkeiten zur Steuerung und Beeinflussung der Reaktivität und Selektivität bei ihrem Einsatz in der Synthese.</p> <p>ACMn3 „Metallorganische Chemie der Lanthanoide“: Geschichte der Seltenerd-elemente, Gewinnung / Trennung der Lanthanoide, Lanthanoidenkontraktion, Synthese anorganischer Verbindungen (Hydride, Boride, Carbide, Nitride, Oxide, Halogenide, Nitrate), Synthese metallorganischer Verbindungen (Alkoxide, Amide, Alkyle, Cyclopentadienyle), neuartige Synthesestrategien, Liganden, nanostrukturierte Materialien.</p> <p>ACMn4 „Fortgeschrittene Festkörperchemie“: Synthese anorganischer Feststoffe, wie Hydride, Boride, Carbide, Nitride, Oxide, Halogenide, Aluminate, Borate, Spinelle, Perowskite, Granate, Oxocuprate, und metallreiche Systeme, Vergleich mit Verbindungen der d-Metalle, Bindungsverhältnisse, Eigenschaften, f-d-Konfigurationsübergang, Spektroskopie, Lumineszenz (Leuchtstoffröhren), Magnetismus, Anwendungen von Lanthanoidverbindungen.</p> <p>ACMn5 „Bioanorganische Chemie“: Koordinationschemie der Biomoleküle, entatischer Zustand, Rolle der Übergangsmetalle z.B. Mn, Co, Fe, Cu, z.B. Cytochrome, Hämoglobin, Ferredoxine, Ferritin, Enterobactin.</p>		

Modulinhalt

ACMn6 „Elementorganische Chemie 1“:

Elementorganische Chemie der Hauptgruppenelemente, Synthese, Struktur, Eigenschaften sowie MO theoretische Beschreibung von Hauptgruppenorganyle, 4z2e Bindung, Strukturchemie der Li-Organyle, Alkali-Metal-Mediated-Metalation, Herstellung und Strukturchemie von Al-Organyle, Supersäuren, Hammettsche Aciditätsfunktion, schwach koordinierende Anionen, Polykationen der Chalkogenide.

ACMn7 „Elementorganische Chemie 2“:

Elementorganische Chemie der Hauptgruppenelemente in niedrigen Oxidationsstufen, subvalente Halogenide der Hauptgruppenelemente, Kokondensationstechnik, Element-Element-Mehrfachbindungen, CGMT Modell, Zintl-Anionen, Pseudoelementkonzept, Clusterverbindungen.

ACMn8 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1“:

Magnetismus: Überblick Dia-, Para-, Ferri-, Ferromagnetismus, andere Arten, Kopplungsmechanismen, Hysterese, Domänenstruktur, Spinstruktur, magnetischer Phasenübergang, Magnetostriktion, magnetische Nanopartikel (in Biologie, Technik und Medizin), Superparamagnetismus, Messprinzipien, magnetische Momente, Sättigungsmagnetisierung, magnetische Werkstoffe, Energieprodukt; Elektrische Leitfähigkeit und Supraleitung: historische Entwicklung, wichtige Supraleiter, Synthese, Eigenschaften, Typ I + II, Shubnikov-Phase Theorie (BCS, Cooper-Paare), Bandstrukturen von Supraleitern, Herstellung, Optimierung, Flussschläuche, supraleitender Drähte.

ACMn9 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2“:

Lumineszenz: Historie, Licht, Glühbirne, Entwicklung der Lichttechnik, lichttechnische Größen, RGB, CIE-Diagramm, Leuchtstoffröhre, lumineszierende Feststoffe und ihre Anwendungen, LED-Materialien, Spektroskopie, Anregungs- und Emissionsspektren, optische Übergänge, Dieke-Diagramm, Aktivatoren, Quenching, Quantenausbeute, up-conversion, down-conversion, afterglow; Anorganische Nanomaterialien: Eigenschaften von Nanopartikeln, Teilchengröße, Schmelzpunkt, Oberfläche, Bandstruktur, Eigenschaften und Anwendungen, Fotokatalyse.

Batterien: Historie, Brennstoffzellen, Batterien und Akkus (z.B. LiI, Metallhydrid, Metall-Luft, Li-Ionen, Fe-Phosphat, Kathoden- und Anodenmaterialien, Elektrolyte, Zyklenstabilität, offene Batteriespannung, Anwendungen und Perspektiven. Prinzip der Grätzel-Zelle, Anleitung zum Bau einer Grätzelzelle.

ACMn10 „Nanochemie 1“:

Nanoregime, Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln, Kolloide, inverse Mizellen, selektive Reduktionsmittel, metallische Nanopartikel, salzartige und oxidische Nanopartikel, Liganden-stabilisierte Nanocluster, metalloide Cluster, Biomineralisation, Nanotectonics, Anwendung von Nanopartikeln.

ACMn11 „Nanochemie 2“:

Synthese und Charakterisierung von nanoporösen Materialien, Templat-gestützte Synthesen, metallorganische und kovalente Gerüststrukturen (MOFs und COFs), Zeolithe, zeolith-ähnliche Materialien (Alumophosphate, Gallophosphate), periodisch mesoporöses Silica, mesoporöse Oxide, Metallalkoxide, Sol-Gel-Prozess, poröse Kohlenstoff-Materialien, Aktivkohle, Nanotubes, Hybrid-Materialien, Flaschenschiffsynthesen, Anwendung von nanoporösen Materialien.

ACMn12 „Sol-Gel Prozesse“:

Grundlagen des Sol-Gel-Prozesses: Sol, Aerosol, Gel, Hydrolyse und Kondensation, Gelbildung, Trocknung, Alterung; Synthesestrategien: Kontrolle der Parameter: pH, Temperatur, Wasserwert, Wachstumsmodelle, Templat-synthesen, non-, meso- und makroporöse Materialien, Optionen des Sol-Gel-Prozesses: Aerogele, poröse Materialien, Xerogele, Dichte Gläser und Keramiken, keramische Filme und Silsesquioxane.

Modulinhalt

ACMn13 „Elektronische Strukturen von Festkörpern“:

MO, LCAO, Bloch-Funktion, Bandstruktur, Zustandsdichte, Überlappungspopulation, Bandbreite, spezielle Punkte, Brillouin-Zonen, Peierls-Verzerrung, Struktureigenschaften-Beziehungen, Entwicklung von Bandstrukturen (z.B. Metallcarbide, $K_2[Pt(CN)_4]$, $NbCl_4$, MoS_2 , ReO_3 , MgB_2 , LaB_6 , TiS_2 , YSe , $LaBr_2H$, LaI_2 , Pr_2Br_5), Bildung von Clustern, Elektronische Modifizierung von Feststoffen (Interkalation), elektrische Leitfähigkeit und Supraleitung.

ACMn14 „Aktivierung kleiner Moleküle“:

Aktivierung durch Koordination von CH_4 , NH_3 , CO_2 , N_2 , H_2O , Koordination der Sigma-Bindung, Bindungsbildung und -bruch, elektronische und sterische Voraussetzungen der Metallkomplexfragmente, Erzeugung reaktiver Metallkomplexfragmente, Charakterisierung hochreaktiver Metallkomplexfragmente, katalytische Funktionalisierung.

ACMn15 „Metallorganische Komplexkatalyse“:

Studium ausgewählter homogen-metallkatalysierter Reaktionsmechanismen, wie z.B. Olefin- und Alkinmetathese, C-H Funktionalisierung, Hydroaminierung, Hydrocyanierung, Hydroformylierung, Monsanto-Essigsäure-Verfahren, usw.

ACMn16 „f-Element-Katalyse“

Heterogen-Katalyse, Petrochemie, Abgaskatalysatoren, Homogen-Katalyse, Polymerisationsreaktionen (1,3-Diene, α -Olefine, Styrol, Acrylate, Lactone), Kohlenstoff-Heteroelement-Knüpfungsreaktionen (Hydroaminierung, Hydrosilylierung), Kohlenstoff-Kohlenstoff-Knüpfungsreaktionen (Diels-Alder, Michael-Addition, Nitroaldol), Oxy-Transformationsreaktionen (MPV-Reduktion, Tishchenko).

ACMn17 „Polymer Science“:

Polymerisationsreaktionen (radikalisch, kationisch, anionisch, kontrolliert), Chemie an Polymeren, technische Polymerisationsverfahren (homogen, heterogen, Suspension, Emulsion, Gasphase), technisch wichtige organische Werkstoffpolymere, Grundlagen der Kunststoffverarbeitung, Funktionale Polymere, neuere Anwendungen von Polymeren, Polymere und Umwelt (Recycling, Kunststoffe und Energie, Biokunststoffe).

ACMn18 „Katalytische Polymerisation von Alkenen“:

Die makroskopischen Eigenschaften eines Werkstoffs sind im Allgemeinen durch dessen Mikrostruktur, z.B. die „verästelte“ Struktur der Polymerketten des LD-Polyethylens, bestimmt. Ziel der Entwicklung katalytischer Verfahren der Polymerisation von Alkenen ist es, die Mikrostruktur des polymeren Werkstoffs während des Polymerkettenwachstums steuern zu können. Dieses Modul führt in die Grundlagen der katalytischen Insertionspolymerisation von Alkenen ein, um davon ausgehend schrittweise einen Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und reaktionsmechanistischen Modellen des Polymerkettenwachstums herzustellen.

ACMn19 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 1“:

Allgemeine Grundlagen zur Anwendung von Metallkomplexen in Biosystemen, Koordinationschemie der Lanthanoide und relevanter Übergangsmetalle, Prinzipien des molekularen Designs (z.B. Stabilität, Polarität, Funktionalität) und der chemischen Synthese von biomedizinischen Kontrastmitteln auf Metallbasis.

ACMn20 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 2“ (aufbauend auf ACMn19):

Einfache und fortgeschrittene Anwendungen von Metallkomplexen in Biosystemen, chemische und physikalische Grundlagen moderner bioanalytischer Methoden (z.B. Magnetresonanztomographie, Positronenemissionstomographie, Lumineszenz-Imaging, Quantitative Proteomik), Prinzipien von "smarten" Kontrastmitteln und Sonden.

ACMn21 „Methoden der anorganischen Forschung 1: Fortgeschrittene NMR-Spektroskopie“:

Fortgeschrittene NMR Spektroskopie, Multinukleare Experimente, temperaturabhängige Studien, Entkopplungstechniken.

<p>Modulinhalt</p>	<p>ACMn22 „Methoden der anorganischen Forschung 2: Fortgeschrittene spektroskopische Methoden“: Elektronische Absorptions- und Emissionsspektroskopie, IR- und Raman-Spektroskopie, Mößbauer-Spektroskopie, synthetische und spektroskopische Aspekte der Isotopenmarkierung.</p> <p>ACMn23 „Methoden der anorganischen Forschung 3: “Röntgen-Pulverdiffraktometrie“: Symmetrie, Raumgruppen, Prinzip der Röntgen-Pulverdiffraktometrie, Indizierung von Röntgen-Pulverdiagrammen, Anwendungsbeispiele (Phasenanalyse, Reaktionsverfolgung, Phasenübergänge, Teilchengrößen usw.), Kristallstrukturbestimmung und Verfeinerung aus Pulvern incl. einer praktischen Einführung in EXPO und die Rietveld-Methode am Computer.</p> <p>ACMn24 „Methoden der anorganischen Forschung 4: Grundlagen der Festkörper-NMR-Spektroskopie“: NMR-Wechselwirkungen im Festkörper: Anisotropie der chemischen Verschiebung, direkte Dipol-Dipol-Kopplung, indirekte Spin-Spin-Kopplung, Kern-Quadrupolkopplung; Magic-Angle-Spinning; homonukleare Entkopplung; Kreuzpolarisierung; Einkristall-NMR, Pulverproben, amorphe Systeme; Dynamik.</p> <p>ACMn25 „Methoden der anorganischen Forschung 5: Fortgeschrittene Festkörper-NMR-Spektroskopie“: Pulstechniken zur Korrelation oder Separation von Wechselwirkungen, Zuordnungstechniken.</p> <p>ACMn26 „Methoden der anorganischen Forschung 6: Elektronendichten und Röntgenbeugung in der Praxis“: Teil 1: Praktischer Verlauf und Grundprinzipien von Röntgenbeugungsstudien anhand von Beispielen aus der Praxis, nötige Voraussetzungen, richtige Interpretation der Ergebnisse und Qualitätsabschätzung, mögliche Fallstricke und Probleme; Teil 2: Weiterentwicklung der Methode (Multipolverfeinerung), Visualisierung und Analyse von Elektronendichten durch hochauflösende Röntgenbeugungsstudien: Analyse chemischer Bindungen und interatomarer Wechselwirkungen im Experiment (Atoms-in-Molecules-Konzept), Bestimmung chemischer und physikalischer Eigenschaften (atomare Ladungen, Dipole, Lewis-acide und -basische Zentren), aktuelle Forschungsbeispiele.</p>																																																			
	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="507 1288 938 1512"><i>Titel</i></th> <th data-bbox="938 1288 975 1512"><i>Art der Lehrform</i></th> <th data-bbox="975 1288 1011 1512"><i>Status</i></th> <th data-bbox="1011 1288 1048 1512"><i>SWS</i></th> <th data-bbox="1048 1288 1085 1512"><i>LP</i></th> <th data-bbox="1085 1288 1121 1512"><i>Prüfungsform</i></th> <th data-bbox="1121 1288 1158 1512"><i>Prüfungsdauer</i></th> <th data-bbox="1158 1288 1195 1512"><i>Benotungssystem</i></th> <th data-bbox="1195 1288 1232 1512"><i>Berechnung Modulnote</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="507 1512 938 1597">ACMn1: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann</td> <td data-bbox="938 1512 975 1597">V</td> <td data-bbox="975 1512 1011 1597">f</td> <td data-bbox="1011 1512 1048 1597">1</td> <td data-bbox="1048 1512 1085 1597">1,5</td> <td data-bbox="1085 1512 1121 1597" rowspan="6">MP</td> <td data-bbox="1121 1512 1158 1597" rowspan="6">45</td> <td data-bbox="1158 1512 1195 1597" rowspan="6">b</td> <td data-bbox="1195 1512 1232 1597" rowspan="6">100</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1597 938 1682">ACMn2: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz</td> <td data-bbox="938 1597 975 1682">V</td> <td data-bbox="975 1597 1011 1682">f</td> <td data-bbox="1011 1597 1048 1682">1</td> <td data-bbox="1048 1597 1085 1682">1,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1682 938 1789">ACMn3: Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander</td> <td data-bbox="938 1682 975 1789">V</td> <td data-bbox="975 1682 1011 1789">f</td> <td data-bbox="1011 1682 1048 1789">1</td> <td data-bbox="1048 1682 1085 1789">1,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1789 938 1897">ACMn4: Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer</td> <td data-bbox="938 1789 975 1897">V</td> <td data-bbox="975 1789 1011 1897">f</td> <td data-bbox="1011 1789 1048 1897">1</td> <td data-bbox="1048 1789 1085 1897">1,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1897 938 1982">ACMn5: Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann</td> <td data-bbox="938 1897 975 1982">V</td> <td data-bbox="975 1897 1011 1982">f</td> <td data-bbox="1011 1897 1048 1982">1</td> <td data-bbox="1048 1897 1085 1982">1,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1982 938 2016">ACMn6: Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf</td> <td data-bbox="938 1982 975 2016">V</td> <td data-bbox="975 1982 1011 2016">f</td> <td data-bbox="1011 1982 1048 2016">1</td> <td data-bbox="1048 1982 1085 2016">1,5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>	ACMn1: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann	V	f	1	1,5	MP	45	b	100	ACMn2: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz	V	f	1	1,5	ACMn3: Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander	V	f	1	1,5	ACMn4: Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer	V	f	1	1,5	ACMn5: Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann	V	f	1	1,5	ACMn6: Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5							
<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>																																												
ACMn1: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann	V	f	1	1,5	MP	45	b	100																																												
ACMn2: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz	V	f	1	1,5																																																
ACMn3: Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander	V	f	1	1,5																																																
ACMn4: Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer	V	f	1	1,5																																																
ACMn5: Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann	V	f	1	1,5																																																
ACMn6: Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5																																																

	ACMn7: Elementorganische Chemie 2 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5				
	ACMn8: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn9: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn10: Nanochemie 1 (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn11: Nanochemie 2 (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn12: Sol-Gel Prozesse (WS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn13: Elektronische Strukturen von Feststoffen (WS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn14: Aktivierung kleiner Moleküle (SS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn15: Metallorganische Komplexkatalyse (SS) Kunz	V	f	1	1,5				
	ACMn16: f-Element-Katalyse (WS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn17: Polymer Science (SS) Grösser	V	f	1	1,5				
	ACMn18: Katalytische Polymerisation von Alkenen (SS) Berkefeld	V	f	1	1,5				
	ACMn19: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5	MP	45	b	100
	ACMn20: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn21: Methoden der anorganischen Forschung 1 (WS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn22: Methoden der anorganischen Forschung 2 (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn23: Methoden der anorganischen Forschung 3 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn24: Methoden der anorganischen Forschung 4 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn25: Methoden der anorganischen Forschung 5 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn26: Methoden der anorganischen Forschung 6 (WS) Maichle-Mössmer/Sirsch	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: OCH	Modultitel: Organische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Thomas Ziegler		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Organischen Chemie, insbesondere der stereoselektiven Synthese, der Physikalischen Organischen Chemie, sowie der Synthesestrategien in der Organischen Chemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>OCM1 „Stereochemie und stereoselektive Synthese“: Eigenschaften stereoisomerer Moleküle, Arten von Selektivität, Topien von Liganden und Halbräumen, Energiediagramme bei selektiven Reaktionen, diastereoselektive Synthesen von Alkenen (Wittig-Reaktion, Julia-Olefinierung, Kreuzmetathese, aus Alkinen, Kreuzkupplungen), diastereoselektive Reaktionen an Ringen, diastereoselektive Reaktionen an acyclischen Systemen (Felkin-Anh-Modell), Chemie der Enolate (Evans-, Enders-Alkylierung), Aldolreaktionen, Allylierungs- und Crotylierungsreaktionen, optisch aktive Produkte (Sharpless-Epoxidierung, Jacobsen-Resolution), enzymatische Racematspaltungen und gruppenselektive Reaktionen.</p> <p>OCM2 „Physikalische Organische Chemie“: Bindungstheorie (Krauffelder, VB, MO), Thermochemie (Inkrementensysteme), Konformationsanalyse, Elektronische Effekte, Lösungen und nicht-kovalente Wechselwirkungen, molekulare Erkennung und supramolekulare Chemie; Kinetik: Prinzipien und Reaktionsmechanismen, Isotopieeffekte, Substituenteneffekte, lineare freie Enthalpiebeziehungen; Aufklärung von Mechanismen.</p> <p>OCM3 „Synthesestrategien in der Organischen Chemie“: Gründe für Synthesen, Retrosynthetische Konzepte (konvergente vs. lineare Synthesen, Transform, Retron, Synthron), FGI (functional group interconversions), Zugang zu dissonanten Systemen (Umpolung, Cyclopropane, dissonante Bausteine, homolytische Spaltung), Synthesen von Ketten (C-C-Knüpfungen, C=C-Knüpfungen, Nutzung von Alkinen, Umlagerungen), Synthesestrategien zu Ringen, anellierten Systemen und Polycyclen.</p> <p>OCM4 „Kohlenhydratchemie“: Historie, Definitionen, Fischer-, Haworth-, Newmanprojektion, sterische Schreibweise, Monosaccharidfamilien, Fischer-Synthese, Koenigs-Knorr und verwandte Reaktionen, Thioglycoside, Imidate, anomere O-Alkylierung, Glycale, Synthese und Bedeutung von N-, S-, C-Glycosiden, Enzymatische Synthesen: Glycosidasen, Glycosyltransferasen, N-Glycoside: Nucleoside, Oligosaccharide, Bakterielle Saccharide, biologische Funktion, Synthesestrategien: konvergente Synthesen, Aktivierungsprinzipien, Biologische Bedeutung und Funktion, Kohlenhydratanalytik.</p>		

Modulinhalt

OCM5 „Reaktive Zwischenstufen“:

Carbokationen (Carbenium- und Carboniumionen), Carbanionen, Radikale und Diradikale, Carbene, Nitrene: Erzeugung der reaktiven Zwischenstufen (photochemisch, thermisch, chemisch), Energie und Struktur (Gasphase vs. Lösung, Hyperkonjugation, klass. und nicht-klass.), Nachweis und Spektroskopie (Abfangchemie, Isolierung in inerten Medien, zeitaufgelöste Spektroskopie), Reaktionsverhalten: Umlagerungen, intermolekulare Reaktionen; Anwendungen in der Synthese (metallvermittelte Erzeugung).

OCM6 „Neue Kohlenstoffmaterialien“:

Fullerene, Kohlenstoffnanoröhren, Graphen: Erzeugung, Eigenschaften (physikalisch, spektroskopisch, chemisch), Funktionalisierung (kovalent und nicht-kovalent); kleine pi-konjugierte Moleküle (Acene, Coronene, Perylendiimide, Phthalocyanine) und Oligomere für OTFT, OLED und Solarzellen: Struktur-Eigenschaftsbeziehung, Synthesemethoden, Charakterisierung.

OCM7 „Biokatalyse“:

Proteine in enzymatischen Reaktionen, Herstellung, Anwendung. Organokatalyse in Forschung und Anwendung. Antikörper, Entwicklung, Herstellung. Ribozyme. Vergleichende Mechanismen. Analytik der Prozesse.

OCM8 „Aromatenchemie“:

Nucleophile Aromatische Substitution, Diazoniumsalze, Erzeugung und Reaktivität von Arinen, Radikalische Nucleophile Substitution, Bergmann-Cyclisierung, Endiin-Antibiotika, Metall-vermittelte Funktionalisierung von Aromaten, Ullmann-Kupplung, Buchwald-Hartwig-Aminierung und andere moderne Kreuzkupplungen, Dirigierende ortho-Metallierung, Murai-Reaktion, Dehydrogenative Kupplungen, Synthese von Biarylen.

OCM9 „Naturstoffchemie“:

Sekundärmetabolite - Biosynthesen und chemische Synthesen, Polyketide, Isoprenoide (Terpene, Steroide), Shikimisäure-Derivate, Alkaloide, evtl. Pyrrol-Farbstoffe.

OCM10 „Biopolymere“:

Vergleichende Synthese und Biosynthese, Eigenschaften und Funktionen von Nukleinsäuren (DNA, RNA, Ribozyme, small RNA), Peptiden und nicht-ribosomalen Peptiden (NRPS) und Lipide (biologische Membranen). Analytik der Biostoffe.

OCM11 „Organische Photochemie“:

Lichtabsorption und Anregungszustände, Unimolekulare photophysikalische Prozesse, photochemische Prozesse: Excimere, Exciplexe, Elektrocyclische photochemische Prozesse, cis-trans-Isomerisierungen, Cycloadditionen, Photochemie von Arenen, Carbonylverbindungen, Umlagerungen, Chemi-lumineszenz (thermische Erzeugung elektronischer Anregungszustände).

OCM12 „Organokatalyse“:

Erste Beispiele organokatalytisch geführter Reaktionen, Vergleich der kovalenten und nicht-kovalenten Organokatalyse, Hajos-Parrish-Eder-Sauer-Wiechert-Reaktion, Prolin und dessen Derivate, MacMillans Imidazolidinone, Imin- und Enaminkatalyse, Katalytisch enantioselektive Aldolreaktionen, Multikomponenten- und Kaskadenreaktionen, SOMO-Katalyse, Wasserstoffbrückenaktivierung, chirale Brønsted-Säuren, Thioharnstoff- und TADDOL-Derivate, Peptide in der asymmetrischen Synthese, Phasentransferkatalyse nach Maruoka, chirale Brønsted-Basen, Benzoin-Kondensation und Stetter-Reaktion, nicht-lineare Effekte in der asymmetrischen Organokatalyse, Anwendungen organokatalytischer Reaktionen im industriellen Maßstab und in der Naturstoffsynthese.

Modulinhalt	ACMn17 „Polymer Science“ siehe ACH S. 14 ANM2 „Trennmethode, NMR und Kopplungsverfahren“ siehe ANH S. 24 ANM3 „Molekulare Elektrochemie“ siehe ANH S. 25 ANM14 „Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie“ siehe ANH S. 26								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	OCM1: Stereochemie und stereoselektive Synthese	V	o	2	3				
	OCM2: Physikalische Organische Chemie	V	o	2	3				
	<i>OCM3: Synthesestrategien in der Organischen Chemie</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM4: Kohlenhydratchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM5: Reaktive Zwischenstufen</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM6: Neue Kohlenstoffmaterialien</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM7: Biokatalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM8: Aromatenchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM9: Naturstoffchemie</i>	V	f	2	3	MP	45	b	100
	<i>OCM10: Biopolymere</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM11: Organische Photochemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM12: Organokatalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn17: Polymer Science</i>	V	f	1	1,5				
	ANM2: Trennmethode, NMR und Kopplungsverfahren (SS) Kramer, Wistuba	V	o	2	3				
	<i>ANM3: Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser</i>	V	f	2	3				
	<i>ANM14: Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie (WS) Kramer</i>	V	f	2	3				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: PCH	Modultitel: Physikalische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Alfred Meixner		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Physikalischen Chemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>PCM1 „Übergreifende theoretische Konzepte der Spektroskopie“: Anhand der zeitabhängigen Schrödinger-Gleichung wird die Dynamik der Wechselwirkung zwischen einem 2-Niveau-System und elektromagnetischer (E.M.) Strahlung untersucht. Vier Kapitel mit den folgenden Stichworten werden erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) schwache breitbandige Anregung: Fermi´s Goldene Regel, spektrale Zustandsdichte, Zusammenhang mit Einsteinkoeffizienten. 2) 2-Niveau System in Resonanz mit starker E.M. Strahlung: Rabi-Oszillationen, zeitabhängiges induziertes Übergangsmoment. 3) Beschreibung der induzierten Polarisation, Relaxationsmechanismen, freier Induktionszerfall, kohärente und inkohärente Emission (Fluoreszenz), homogene- und inhomogene Linienverbreiterung, Dichtematrixformalismus, gepulste Anregung, Echo-Spektroskopie, 3-Niveausystem, Sättigung 4) Magnetisierung, Bloch´sche Gleichungen, chemische Verschiebung, transversale und longitudinale Relaxation. <p>PCM2: „Anwendungen der Physikalischen Chemie: Feststoffe, Grenzflächen, Modellsysteme“: Die statistische Thermodynamik wird vertieft und Quantenstatistiken werden zur Berechnung von Zustandsgrößen wichtiger Modellsysteme herangezogen. Grundlagen für die Beschreibungen von Gitterschwingungen und elektronischen Eigenschaften von Feststoffen werden aufbauend auf Struktur und Symmetrie entwickelt. Ausgehend vom Bändermodell werden elektrische und optische Eigenschaften von Metallen, Halbleitern und Isolatoren beschrieben. Wechselwirkungen elektromagnetischer Strahlung mit Feststoffen und deren Anwendungen werden diskutiert. Die Realstruktur von Feststoffen wird in Zusammenhang mit thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten behandelt. Prozesse an Grenzflächen, Gleichgewichte sowie Ladungs- und Stofftransport werden analysiert.</p> <p>PCMS: Es werden ausgewählte Probleme der Physikalischen Chemie anhand von Studentenvorträgen vorgestellt und durch interaktive Fragen diskutiert und vertieft.</p>		

Modulinhalt**PCM3 „Spektroskopie bei hohen Energien“:**

Photoangeregte Spektroskopien im UV- und Röntgenbereich, Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung, elektronenangeregte Spektroskopien, Abbildung von elektronischen Molekül- und Festkörperzuständen, Valenzband- und Rumpfniveauspektroskopie, Energielagen rumpfangeregter Zustände und Auswahlregeln für deren Entstehung und Zerfall, Polarisierungseffekte und molekulare Orientierung, Dichroismus und magnetische Effekte, Resonante Anregungsprozesse, anschließende Zerfallsprozesse und Anwendungsbeispiele als spektroskopische Methoden.

PCM4 „Molekulare Wechselwirkungen“:

Potential und Ladungsverteilung von Molekülen, Multipolbeiträge zum Potential, Dipole und Quadrupole, Dipol-Dipol-Wechselwirkung, van der Waals-Wechselwirkung, Wasserstoffbrückenbindung, hydrophobe Wechselwirkung, Lennard-Jones-Potential, Potenzgesetze.

Adsorption, Sorption, Affinität, Bedeckungsgrad, molekulare Wechselwirkungen – insbesondere bei biomolekularen Schichten, Oberflächenmodifikation, Assaytypen (direkt, kompetitiv, Bindungshemmtest, Sandwich), transportkontrollierte Prozesse, Beschreibung gekoppelter Differentialgleichungen bei zeitlichen Konzentrationsänderungen, Besonderheiten lebender Systeme Affinitätskinetik, Photokinetik, kinetische und thermodynamische Beschreibung.

PCM5 „Heterogene Katalyse“:

Wiederholung allgemeiner Grundlagen der Katalyse, Adsorptions-Desorptions-Gleichgewicht, Energetik der Adsorption, Wechselwirkungspotentiale, Physisorption und Chemisorption, Adsorptionsisobaren, Arten von Adsorptionsisothermen, Kinetik der Adsorption/Desorption; Rate heterogen katalysierter Reaktionen, Mechanismen: Langmuir-Hinshelwood und Eley-Rideal, spezifische Oberflächen, Porengrößenverteilungen, Methoden, Katalysatorgifte. Anwendungsbeispiele.

PCM6 „Grundlagen der elektrochemischen Verfahren“:

Electrical charge and electrical field, Structure and electrical properties of the materials used in electrochemistry, Electrical currents in conductors, General electrochemistry, Solid state electrochemistry, Electrochemical investigation methods.

PCM7 „Laserspektroskopie/Kurzzeitspektroskopie“:

Laser: Lichtverstärkung durch stimulierte Emission, Verstärkermedien, optische Resonatoren, homogene und inhomogene Linienbreite, Mode-Competition, frequenzstabilisierte Laser, Erzeugung kurzer Lichtpulse, Mode-Locking, nichtlineare optische Effekte, Wellenmischung, parametrische optische Verstärkung. Ultrakurzzeitspektroskopie: ultraschnelle, lichtinduzierte Prozesse in Molekülen und Festkörpern, Pump-Probe-Methode, transiente Gitter.

PCM8 „Optische Mikroskopie, optische Einzelmolekülspektroskopie, Nanooptik“:
Optische Mikroskopie: Beugungsgrenze, konfokale Mikroskopie, Fernfeld und Nahfeld eines Hertz-Dipols, Feldverteilung im Fokus bei radial- und azimuthaler Beleuchtung.

Optische Einzelmolekülspektroskopie: Nachweisgrenzen, einzelne Photonen, Time-Correlated Single-Photon Counting, Photonenstatistik, optische Signale einzelner Moleküle vs. Ensemble, oberflächenverstärkte Raman-Spektroskopie, Nanopartikel und Quantenpunkte, Methoden zur Überwindung der Beugungsgrenze:

- 1) mit beugungsbegrenzter Optik (STED, etc.),
- 2) mit evaneszenten optischen Feldern, optische Eigenschaften von Metallen, Teilchen-Plasmonen, optische Antennen. Rastersondenmikroskopie: Rasterkraftmikroskopie, Tunnelstrommikroskopie, spitzenverstärkte optische Nahfeldmikroskopie und –Spektroskopie.

PCM9 „Grundlagen der Sensorik“:

Physikalisch-chemische Prinzipien von Festkörpern, Crystalline Structure and X-Ray Diffraction, Free Electrons in Solids, Energy Bands, Electrons in the Energy Bands, Intrinsic and Extrinsic Semiconductors, Surface States, Adsorption on Solids/Semiconductors, Physikalisch-Chemische Grundlagen Optischer Sensoren: Strahlung, Maxwellgleichungen, Polarisierung, Interferenz, Reflexion.

Modulinhalt

PCM10 „Organische Halbleitermaterialien“:
Molekulare organische Halbleiter, leitende und halbleitende organische Polymere, Anregungen, Excitonen, Polaronen, Leitfähigkeit, Hopping, anorganisch-organische und organisch-organische Grenzflächen, Hybridsysteme, Bauelemente, OLED, OFET, Solarzellen.

PCM11 „Mikroskopie und Rastersondenmethoden“:
Rastertunnelmikroskop (STM), Tunnelwahrscheinlichkeit, Tunnelstrom, Systemkomponenten und Aufbau sowie Betriebsarten des STM, Rastertunnelspektroskopie, Anwendungen: Oberflächenstruktur, Oberflächentopographie, lokale Reaktionen, Oberflächenmodifizierung, Lithographie. Atomkraftmikroskop (AFM), Kraft-Abstands-Kurven, Komponenten, Betriebsarten; weitere Rastersondentechniken. Rasterelektronen- und Transmissionselektronenmikroskope (SEM und TEM), Aufbau, Sekundär- und Rückstreuelektronen, Mechanismen der Kontrasterzeugung, Auflösung, Wechselwirkungsvolumen; Energieverlust- und Röntgenspektroskopie in TEM und SEM, Analytisches Elektronenmikroskop. Elektronenstrahlmikrosonde. Photoelektronen-Emissionsmikroskop (PEEM).

PCM12: "Optische Spektroskopie Organischer Materialien"
Teil A "Chromophore in Lösung": Licht-Materie Wechselwirkung (klassisch, quantenchemisch), MOs, Konfiguration, Zustände, Auswahlregeln, chemische Konstitution und Absorption, vibronische Kopplung, Linienverbreiterung, Desaktivierung angeregter Zustände. Techniken: UV/Vis Absorption. Teil B "Festkörper": molekulare Excitonen mit schwacher und starker Kopplung, CT Zustände, Energietransport (Coulomb, Austauschmechanismus), Desaktivierung, Trapping. Techniken: Fluoreszenz, Lichtstreuung.

ANM7 „Sensoren“ siehe ANH S. 25

ANM9 „Spektroskopie“ siehe ANH S. 25

ANM10 „Messwerterfassung und –auswertung“ siehe ANH S. 26

ANM15 „Oberflächenanalytik“ siehe ANH S. 26

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Titel	Art der Lehrform	Status	SWS	LP	Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
	<i>PCM1 Übergreifende theoretische Konzepte der Spektroskopie</i>	V	o	2	3	MP	45	b	100
	<i>PCM2 Anwendungen der Physikalischen Chemie: Feststoffe, Grenzflächen, Modellsysteme</i>	V	o	2	3				
	<i>PCMS Physikalischen Chemie</i>	S	f	2	3				
	<i>PCM3 Spektroskopie bei hohen Energien</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM4 Molekulare Wechselwirkungen</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM5 Heterogene Katalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM6 Grundlagen der elektrochemischen Verfahren</i>	V	f	2	3				
	<i>PCM7 Laserspektroskopie/ Kurzzeitspektroskopie</i>	V	f	2	3				
	<i>PCM8 Optische Mikroskopie, optische Einzelmolekülspektroskopie, Nanooptik</i>	V	f	2	3				
	<i>PCM9 Grundlagen der Sensorik</i>	V	f	2	3				
	<i>PCM10 Organische Halbleitermaterialien (SS 1. Hälfte) Peisert</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM11 Mikroskopie und Rastersondenmethoden</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM7 Sensoren</i>	V	f	2	3				
	<i>ANM9 Spektroskopie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM10 Messwerterfassung und –auswertung</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM15 Oberflächenanalytik</i>	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: ANH	Modultitel: Analytische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Udo Weimar		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Analytischen Chemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>ANM1 „Qualitätssicherung und Chemometrie mit Anwendungen“: Grundlagen von Versuchsplanung, SOP (Standard Operation Protocols), Statistische Bewertung von Messergebnissen, Validierung der Daten und von Methoden, Datenbanken, Klassifikationsmethoden, modellbasierte Verfahren, modellfreie Verfahren, Sensorprinzipien, Anwendungen in der UV/Vis-, IR-Spektroskopie und bei Sensoren.</p> <p>ANMU: zu ANM1 Speziell zu der Datenbewertung gibt es Rechenaufgaben und Übungen am Rechner.</p> <p>ANM2 „Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren“: Überblick über Trennverfahren, Theorie der Chromatographie; Gaschromatographie: Grundlagen, Trennphasen, GCxGC, direkteKopplung mit Extraktionstechniken, GC/MS-Kopplung; HPLC: Grundlagen, Trennphasen und -methoden, UPLC, HPLC/MS- und HPLC/NMR-Kopplung; Kapillarelektrophorese: Grundlagen, Trennverfahren, CE/MS-Kopplung; Quantitative Analyse, Probenvorbereitung, chirale Trennungen, Anwendungen chromatographischer Trennungen in der Pharma-, Naturstoff- und Umweltanalytik. Grundlagen der NMR-Spektroskopie (Chemische Verschiebung, Skalare Kopplung, Relaxation, Dynamische Prozesse), Spektren höherer Ordnung, Kern-Overhauser-Effekt, Geräteaufbau/-funktion, Probenvorbereitung, Akquisitions-/Prozessierungsparameter, 1D- und 2D-Routine-NMR-Methoden, Auswertung von NMR-Spektren.</p> <p>ANMS zu ANM2: Es werden ausgewählte Probleme der Analytischen Chemie anhand von Studentenvorträgen diskutiert, zur Ergänzung werden Probleme abgearbeitet und durch interaktive Fragen Problemstellungen gelöst. Spektreninterpretationen sind auch Teil des Seminars.</p>		

Modulinhalt

ANM3 „Molekulare Elektrochemie“:

Elektrodenreaktionen, Transportprozesse an Elektroden, Elektronentransfer an Molekülen, elektrochemische Zellen; Elektroanalyse, Polarographie, Chronoamperometrie, cyclische Voltammetrie, Spektroelektrochemie, elektrochemische Quarzmikro-waage und Rastermikroskopie, Methoden zur quantitativen und qualitativen Bestimmung redoxaktiver Moleküle; elektrochemische Reaktionsmechanismen, Simulation; Stoffumsetzung und Elektrosynthese, elektrochemische Bindungsknüpfung und -spaltung, elektrochemisch induzierte Substitutionen und Schutzgruppentechniken, elektro-chemisch generierte Basen, medierte und elektroenzymatische Reaktionen, gepaarte, kombinatorische und industrielle Elektrolysen.

ANM4 „Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie“:

Grundlagen der analytischen Massenspektrometrie (Ionen in der Gasphase, Massenauflösung, Massengenauigkeit, Definition der Masse zu Ladungszahl,...); Ionisierungsverfahren (Elektronenstoß, Chemische Ionisation, Elektrospray,...); Verständnis unterschiedlicher Massenspektrometer über ihre Verfahren zur Massentrennung (Quadrupol, Ionenfalle, Flugzeit, Magnetfeld, Orbitrap, Ionencyclotron); Detektion der Ionen (Faraday cup, Elektronenvervielfacher); Möglichkeiten zur Fragmentierung und ihr Einsatz in unterschiedlichen Fragestellungen; Probeneinlaß mit Direkteinbringung oder Kopplung mit Trenntechniken; Anwendungen aus Forensik, klinischer Diagnostik, Bioanalytik, Proteomics.

ANM6 „Umwelt- und Wasseranalytik“:

Basierend auf Kenntnissen der Trenntechniken und einfacher Kopplungsmethoden sowie Thermodynamik und Kinetik von Phasentransfer; Relevanz, Herkunft und Eintragspfade organischer Schadstoffe in Wasser und Boden, Verhalten organischer Schadstoffe in Wasser und Boden: Dispersion, Evaporation, Sorption, Transformation, Probenahme in aquatischen Systemen: Aktiv, passiv, Summenparameter: AOX, TOC/DOC... , Anreicherungsverfahren: Boden/Sediment, Wasser, klassische, Methoden und neue Verfahren, Spezielle Kopplungstechniken (falls nicht durch Albert abgedeckt): z.B. mehrdimensionale Chromatographie, GC-MSⁿ, LC-MSⁿ, Isotopenanalytik in den Umweltwissenschaften: radiogene und stabile Isotope, Quellallokation, Quantifizierung von Transformation, Isotope als Tracer, Umweltforensik: Fernerkundung, Fingerprinting, Isotopenanalytik, Fallbeispiele, Qualitätssicherung in der Umweltanalytik, Trinkwasserverordnungen, Prinzipien, Nachweisgrenzen, Multianalyt, viele Proben parallel konventionelle Analytik, Wasseranalytik basierend auf Immunreaktionen, markierte und unmarkierte Systeme Assays in homogener oder heterogener Phase direkte, kompetitive oder Bindungshemm-Tests.

ANM7 „Sensoren“:

General introduction to Gas Sensors, Gas Sensor Performance, Gas sensors based on Semiconducting Metal Oxides (SMOX), Operando SMOX, Electrochemical cell, Gas sensors based on polymers, Polymers technology, Operando polymers, Chemometrics, Gas sensors: Applications (Voraussetzungen werden in PCM6 und PCM9 abgehandelt).

ANM8 „Bioanalytik“:

Miniaturisieren und Parallelisieren, ELISA, Gelelektrophorese, Mikro- und Nanotiterplatten, Verschiedene Spot-Techniken, Phasenseparationsassay, Detektion von gelabelten Systemen und direkte Detektion, Bezug zur Bioinformatik, Kopplung Array und MALDI, Lab-on-chip, μ TAS: Chromatographie, Kapillarelektrophorese, Mikroreaktoren, Mikrofluidik: Strukturierung, Flusscharakteristik, Simulation, Mikro-Mischer.

ANM9 „Spektroskopie“:

Licht-Materie-Wechselwirkung: Absorption, Emission und Streuung bei Moleküle und im Festkörper (Dielektrika, Halbleiter, Metalle, Excitonen, Defekte, Phononen, Plasmonen), Spektroskopische Geräte: Gitter-Spektrometer, Interferometer, Detektoren. Spektroskopie von organischen Molekülen und Biomolekülen: Jablonskii-Diagramm, Fluoreszenz, Phosphoreszenz, Fluorophore, Solvatochromie, Förster-Energietransfer.

Modulinhalt**ANM10 „Messwerterfassung und –auswertung“:**

Signale (Typen, Abtasttheorem) und Signalwandlung (ADU, DAU), Rauschen, Rauschunterdrückung, Filtern, Lock-In, Boxcar, Korrelationstechniken, Modulation, Fourier, Hadamard, Kerr, Pockels, Pulshöhendiskriminator, Einzelphotonenzählung, Zeitaufgelöste Messungen, Grundlagen der Widerstands-, Impedanz- und Austrittsarbeitsmessungen, Druckmessung.

ANM13 „Elektromigrative Trenntechniken“:

Grundlagen der Trennungen im elektrischen Feld werden eingeführt, ebenso die instrumentelle Umsetzung, auch unter Berücksichtigung der genutzten Detektionsverfahren. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf den unterschiedlichen Formaten, wie Kapillarelektrophorese, Isotachophorese, isoelektrische Fokussierung, Kapillarelektrochromatographie, Micellare elektrokinetische Chromatographie u.a. Die Vorlesung wird abgerundet mit aktuellen Anwendungsbeispielen aus der Forensik, der Bio- und Umweltanalytik.

ANM14 „Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie“:

Erweiterte Theorie der NMR-Spektroskopie: Komplexe Pulsfolgen und deren Beschreibung mittels Produktoperatoren (Produktoperatorformalismus), Überblick über zweidimensionale homo- und heteronukleare Zuordnungstechniken: Homonuklear korrelierte NMR-Spektroskopie: H,H Correlation Spectroscopy (H,H-COSY), Total Correlation Spectroscopy (TOCSY);

Heteronuklear korrelierte Spektroskopie: C,H Correlation Spectroscopy (C,H-COSY), Heteronuclear Single Quantum Coherence Spectroscopy (HSQC), Heteronuclear Multiple Quantum Coherence Spectroscopy (HMQC), Heteronuclear Multiple Bond Correlation Spectroscopy (HMBC);

Detektion von räumlichen Wechselwirkungen: Nuclear Overhauser Effect Spectroscopy (NOESY), Rotating Frame Overhauser Effect Spectroscopy (ROESY), Transferred Nuclear Overhauser Effect Spectroscopy (tr-NOESY), Saturation Transfer Difference Spectroscopy (STD);

Spezielle NMR-Methoden: Diffusion Ordered NMR-Spektroskopie (DOSY), Residual Dipolar Couplings (RDCs) als NMR-Parameter für die Strukturaufklärung organischer Moleküle.

ANM15 „Oberflächenanalytik“:

Ultrahochvakuum, Oberflächen und dünne Schichten, Struktur, Informationstiefe, Tiefenprofile; Beugungsmethoden, Elektronen- und Röntgenbeugung; Photoelektronen-spektroskopie, Element- und Bindungsanalytik; Augerelektronenspektroskopie, Element-Mapping; Röntgenabsorptionsspektroskopie, hochaufgelöste Elektronenenergieverlust-spektroskopie, Temperaturprogrammierte Desorption, LEEM/PEEM.

ACMn19 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 1“ siehe ACH S. 14

ACMn20 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 2“ siehe ACH S. 14

ACMn24 „Methoden der anorganischen Forschung 4: Grundlagen der Festkörper-NMR-Spektroskopie“ siehe ACH S. 15

ACMn25 „Methoden der anorganischen Forschung 5: Fortgeschrittene Festkörper-NMR-Spektroskopie“ siehe ACH S. 15

ACMn26 „Methoden der anorganischen Forschung 6: Elektronendichten und Röntgenbeugung in der Praxis“ siehe ACH S. 15

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Titel	Art der Lehrform	Status	SWS	LP	Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
	ANM1 Qualitätssicherung und Chemometrie mit Anwendungen (WS) Weimar	V	o	2	3				
	ANMU Übungen (WS) Weimar	Ü	o	1	1,5				
	ANM2 Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren (SS) Kramer, Wistuba	V	o	2	3				
	ANMS Seminar (SS) Kramer, Wistuba	S	f	1	1,5				
	ANM3 Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser	V	f	2	3				
	ANM4 Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie (WS 1. Hälfte) Huhn	V	f	1	1,5				
	ANM6 Wasseranalytik (WS 1. Hälfte) Gauglitz, Huhn, Proll	V	f	1	1,5				
	ANM7 Sensoren (Blockkurs nach WS) Barsan	V	f	2	3				
	ANM8 Bioanalytik (WS 2. Hälfte) Gauglitz, Huhn, Proll	V	f	1	1,5				
	ANM9 Spektroskopie (WS 2. Hälfte) Gauglitz, Meixner	V	f	1	1,5				
	ANM10 Messwerterfassung und –auswertung (SS 1. Hälfte) Chassé, Gauglitz, Meixner, Weimar	V	f	1	1,5	MP	45	b	100
	ANM13 Elektromigrative Trenntechniken (SS halbsemestrig 2st) Huhn	V	f	1	1,5				
	ANM14 Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie (WS) Kramer	V	f	2	3				
	ANM15 Oberflächenanalytik (WS 1. Hälfte) Casu, Chassé	V	f	1	1,5				
	ACMn19: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn20: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn24 Methoden der anorganischen Forschung 4 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn25 Methoden der anorganischen Forschung 5 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn26 Methoden der anorganischen Forschung 6 (WS) Maichle-Mössmer/Sirsch	V	f	1	1,5				

**Teilnahme-
voraussetzungen**

B.Sc. Chemie oder ein Bachelorabschluss, der vergleichbare Grundkenntnisse der Analytik vermittelt.

Modulnummer: BCH	Modultitel: Biochemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Stephanie Grond, Prof. Dr. Thomas Ziegler		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Biochemie, insbesondere der Grundlagen der Pflanzenbiochemie und der Moleküle sowie der Mechanismen der Biochemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>BCM1 „Biochemie und Biologie der Pflanzen“: Aufbau und Funktion pflanzlicher Zellorganellen, Zellen und Gewebe, Zellwachstum, -teilung und -differenzierung, Biochemie der pflanzlichen Zelle (Atmung, Photosynthese, ATP-Bildung), Grundlagen der pflanzlichen Fortpflanzung und Vererbung, Pflanzliche Ernährung (Wasser, N-, S-, P- Haushalt), Grundlagen des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels, Transportprozesse in Pflanzen, Struktur, Biosynthese, Funktion und Regulation von Phytohormonen, Reizphysiologie (Taxien, Tropismen, circadiane Rhythmen, Photoperiodismus), Pflanzliche Anpassung an abiotischen Stress, Grundlagen der pflanzlichen Krankheitsresistenz (Immunität), Symbiosen.</p> <p>BCM2 „Biopolymere, Biokatalyse“: Biokatalyse: Proteine in enzymatischen Reaktionen, Herstellung, Anwendung. Organokatalyse in Forschung und Anwendung. Antikörper, Entwicklung, Herstellung. Ribozyme. Vergleichende Mechanismen. Analytik der Prozesse Biopolymere: Vergleichende Synthese und Biosynthese, Eigenschaften und Funktionen von Nukleinsäuren (DNA, RNA, Ribozyme, small RNA), Peptiden und nicht-ribosomalen Peptiden (NRPS) und Lipide (biologische Membranen). Analytik der Biostoffe (= OCM7 + OCM10).</p> <p>BCM3 „Naturstoffchemie“: Sekundärmetabolite - Biosynthesen und chemische Synthesen, Polyketide, Isoprenoide (Terpene, Steroide), Shikimisäure-Derivate, Alkaloide, Pyrrol-Farbstoffe.</p> <p>BCM4 „Mechanismen der Pathogenität von Mikroorganismen“: Der Mensch als Ökosystem: Dynamik und Evolution von Mikroben-/Wirt-Interaktionen, bakterielle Pathogenitäts- und Fitnessfaktoren, das angeborene und adaptive Immunsystem bei Infektionen, bakterielle Umgehung der Wirtsabwehr, bakterielle Infektionen am Beispiel wichtiger Erreger. In regelmäßigen Vorträgen berichten externe Gäste über aktuelle Forschung im Rahmen des SFB 766 „Bacterial Cell Envelope“.</p> <p>BCM5 Vorlesung „Biochemie und Biologie der Pflanzen II“</p>		

Modulinhalt**BCM6 „Biochemie IV - Zelluläre Biochemie“:**

Modifizierung von Proteinen, Membranen, Transport, Ionenkanäle, Kontrolle der Genexpression, Viren HIV, AIDS, Transformation von Säugerzellen. Bakterienzellwände. Biochemie des Immunsystems, Immunisierung, Anwendung von Antikörpern, Blutgruppen, Autoimmunerkrankungen. Hormone und Signaltransduktion, Cytokine. Zellzyklus, Apoptose. Molekulare Motoren, Kinesine und Dyneine.

BCM7 „Pathobiochemie: „Molekulare Grundlagen der Pathogenität“:

Phänotypen, Mechanismen, Strukturen. From basic research to therapeutic options.

BCM8 „Institutskolloquium Biochemie, IFIB“:

Vom IFIB eingeladene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berichten über aktuelle Forschungsarbeiten.

BCM9 Themenmodul „Phytohormone und ihre Effektoren, Stoffwechsel, Physiologie, Anwendungen im Pflanzenbau“:

Die Vorlesung gibt eine aktuelle Übersicht zum Stand der Forschung in der Hormonphysiologie der Pflanze mit: - Entdeckung, - Stoffwechsel (Biosynthese, Konjugation, Abbau), - Modellen der molekularen Signalübertragung, - Möglichkeiten zur stofflichen und genetischen Veränderung der Hormonkonzentration und Signalübertragung, - Physiologischen Wirkungen, - Anwendungen im Pflanzenbau der klassischen Phytohormongruppen (Gibberelline, Ethylen, Auxine, Cytokinine, Abscisinsäure) und der neuen Phytohormongruppen (Jasmonate, Salicylsäure, Brassinosteroide, Strigolactone) und davon abgeleiteter, synthetischer Analoga, Synergisten, Inhibitoren und Antagonisten.

BCM10 andere Lehrveranstaltungen (mit Modulkoordinatoren abzusprechen)

ACMn5 „Bioanorganische Chemie“ siehe ACH S. 12

OCM4 „Kohlenhydratchemie“ siehe OCH S. 17

PCM4 „Molekulare Wechselwirkungen“ siehe PCM S. 21

ANM2 „Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren) siehe ANH S. 25

ANM4 „Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie“ siehe ANH S. 25

ANM8 „Bioanalytik“ siehe ANH S. 25

MCM1 und MCM2 „Pharmazeutische Chemie“ siehe MCH S. 33

MCM3 „Drug Discovery Technologies“ siehe MCH S. 33

MCM4 „Vortragsprogramm der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft“ siehe MCH S. 33

MCM5 siehe MCH S. 33

MCM6 „Chemical Aspects and Principles of Molecular Imaging“ siehe MCH S. 33

MCM7 „Kinasen als Drug Targets“ siehe MCH S. 34

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Titel	Art der Lehrform	Status	SWS	LP	Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
	BCM1 Biochemie und Biologie der Pflanzen (WS)	V	o	2	3				
	BCM2 Biopolymere, Biokatalyse (WS + SS)	V	o	2	3				
	BCM3 Naturstoffchemie (SS)	V	f	2	3				
	BCM4 Mechanismen der Pathogenität von Mikroorganismen (WS)	V	f	2	3				
	BCM5 Biochemie und Biologie der Pflanzen II (SS)	V	f	2	3				
	BCM6 Biochemie IV-Zelluläre Biochemie (SS)	V	f	2	3				
	BCM7 Pathobiochemie: Grundlagen und aktuelle Forschungsfragen (begrenzte Plätze) (WS als Block im Jan./Febr)	V	f	2	3				
	BCM8 Vortragsprogramm des Biochemie-Kolloquiums (WS+SS)	V	f	1	1,5				
	BCM9 Phytohormone und ihre Effektoren, Stoffwechsel, Physiologie, Anwendungen im Pflanzenbau (WS)	V	f	2	3				
	BCM 10 Nach Rücksprache mit Modulverantwortlichen können andere Lehrveranstaltungen gewählt werden (WS+SS)	V	f	1	1,5	MP	45	b	100
	ACMn5 Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann	V	f	1	1,5				
	OCM4 Kohlenhydratchemie (SS)	V	f	1	1,5				
	PCM4 Molekulare Wechselwirkungen (WS)	V	f	1	1,5				
	ANM2 Trennmethode, NMR und Kopplungsverfahren (mit Seminar ANMS) (SS) Kramer, Wistuba	V	f	2	3				
	ANM4 Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie (WS, 1. Hälfte)	V	f	1	1,5				
	ANM8 Bioanalytik (WS 2. Hälfte)	V	f	1	1,5				
	MCM1, MCM2 Vorlesung Pharmazeutische Chemie, ein Semester der Ringvorlesung (über 4 Sem.) (WS + SS)	V	f	3	4,5				
	MCM3 Drug Design (SS, optional auch WS)	V	f	2	3				
	MCM7 Kinasen als Drug Targets (Anmeldung erforderlich) (WS oder SS)	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MWH	Modultitel: Materialwissenschaften Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Thomas Chassé		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Materialeigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>MWM1 „Phänomenologische Materialeigenschaften“: Feststoffe: Struktur, Mischkristallbildung, Phasendiagramme, Defekte. Elektronische Struktur, Bänderschema, Zustandsdichten; Gitterschwingungen, Wärmekapazität, Wärmeausdehnung, Wärmeleitung. Mechanische Eigenschaften, Spannung, Dehnung, elastische und plastische Deformation, Härte. Metalle, Halbleiter, Ionenleiter, elektrische Leitfähigkeit, Temperaturabhängigkeit, Frequenzabhängigkeit. Dielektrische und optische Eigenschaften, Dispersion.</p> <p>MWMS1 Seminar</p> <p>MWMS3 Übung</p> <p>ACMn8 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn9 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn10 „Nanochemie 1“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn11 „Nanochemie 2“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn12 „Sol-Gel Prozesse“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn13 „Elektronische Strukturen von Festkörpern“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn23 „Methoden der anorganischen Forschung 3“ siehe ACH S. 15</p> <p>ACMn24 „Methoden der anorganischen Forschung 4: Grundlagen der Festkörper-NMR-Spektroskopie“ siehe ACH S. 15</p> <p>ACMn25 „Methoden der anorganischen Forschung 5: Fortgeschrittene Festkörper-NMR-Spektroskopie“ siehe ACH S. 15</p> <p>OCM6 „Neue Kohlenstoffmaterialien“ siehe OCH S. 18</p> <p>PCM5 „Heterogene Katalyse“ siehe PCH S. 21</p> <p>PCM10 „Organische Halbleitermaterialien“ siehe PCHH S. 22</p> <p>PCM11 „Mikroskopie und Rastersondenmethoden“ siehe PCH S. 22</p> <p>ANM3 „Molekulare Elektrochemie“ siehe ANH S. 25</p>		

Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)		ANM15 „Oberflächenanalytik“ siehe ANH S. 26				Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
Titel	Art der Lehrform	Status	SWS	LP					
MWM1 Phänomenologische Materialeigenschaften	V	o	2	3	MP	45	b	100	
MWMS1 Seminar	S	f	1	1,5					
MWMÜ1 Übung	Ü	f	1	1,5					
ACMn8: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer	V	o	1	1,5					
ACMn9: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer	V	o	1	1,5					
ACMn10: Nanochemie 1 (SS) Anwander	V	f	1	1,5					
ACMn11: Nanochemie 2 (SS) Anwander	V	f	1	1,5					
ACMn12: Sol-Gel Prozesse (WS) Mayer	V	f	1	1,5					
ACMn13: Elektronische Strukturen von Feststoffen (WS) Meyer	V	f	1	1,5					
ACMn23: Methoden der anorganischen Forschung 3 (SS) Meyer	V	f	1	1,5					
ACMn24: Methoden der anorganischen Forschung 4 (WS) Eichele	V	f	1	1,5					
ACMn25: Methoden der anorganischen Forschung 5 (WS) Eichele	V	f	1	1,5					
OCM6 Neue Kohlenstoffmaterialien (WS 2. Hälfte) Bettinger	V	f	1	1,5					
PCM5 Heterogene Katalyse / Oberflächen und Grenzflächen (WS) Chassé	V	f	1	1,5					
PCM10 Organische Halbleitermaterialien (SS 1. Hälfte) Peisert	V	f	1	1,5					
PCM11 Mikroskopie und Rastersondenmethoden (SS) Chassé	V	f	1	1,5					
ANM3 Molekulare Elektrochemie (1. Hälfte d. Vorlesung SS) Speiser	V	f	1	1,5					
ANM15 Oberflächenanalytik (WS) Chassé	V	f	1	1,5					
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MCH	Modultitel: Medizinische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Martin E. Maier		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können die Inhalte der Medizinischen Chemie wiedergeben. Insbesondere beherrschen Sie fortgeschrittene Prinzipien der modernen Arzneimittelentwicklung, der Wirkstofffindung, der Leitsubstanzoptimierung unter Einbeziehung moderner Technologien wie der kombinatorischen Synthese. Sie können Hochdurchsatz-Screeningsysteme auf der Basis molekularbiologischer Grundlagen beschreiben und kennen die Grundlagen von Drug Design, Molecular-Modelling, quantitativen Struktur-/Wirkungsanalysen, der Pharmakokinetik und des Metabolismus. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</p>		
Modulinhalt	<p>MCM1 und MCM2 „Pharmazeutische Chemie“: Überblick über die wichtigsten in Deutschland zugelassenen Arzneistoffe gegliedert nach Indikationsgebieten und Wirkmechanismen. Entwicklungsrationale, Designhypothese, molekulare Wirkmechanismen, Synthese, Analytik, Metabolismus, Toxizität und Anwendung. Daraus abgeleitet werden Ansätze zur Entwicklung neuer Arzneistoffe abgeleitet. Basis sind alle in Deutschland zugelassenen Arzneistoffe, von denen die wichtigsten 3-500 in einem 4-semestrigem Zyklus besprochen werden. Die einzelnen Semester bauen nicht aufeinander auf.</p> <p>MCM3: „Drug Discovery Technologies“: Molekulare Wechselwirkungen; Strategien der Leitstruktursuche; fragmentbasierte Ansätze; biophysikalisches Screening; Database Mining; Peptidomimetika; Leitstrukturoptimierung; SAR: Bioisosterie, Ringtransformation, konformative Einschränkung; gentechnische Ansätze und Strukturaufklärung in der Arzneimittelforschung; Molecular Modelling; Pharmacophore; quantitative Struktur-Aktivitäts-Beziehungen; Proteinmodellierung; strukturbasiertes Wirkstoffdesign; ADME/Tox: Pharmakokinetische Eigenschaften, Wirkstoffqualität, Prodrug-Strategien; Strategien und Erfolge beim rationalen Wirkstoffdesign.</p> <p>MCMS Seminar Medizinische Chemie</p> <p>MCM4: „Vortragsprogramm der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft“: In regelmäßigen Vorträgen berichten externe Gäste über aktuelle Forschung in der medizinischen Chemie bzw. Arzneistofffindung. Der Besuch von acht Vorträgen (je 3 h) wird mit 1 ECTS honoriert.</p> <p>MCM5: In Absprache mit den Koordinatoren (Profs. Laufer und Maier) können andere Vorlesungen, die im Zusammenhang mit medizinischer Chemie stehen, ausgewählt werden.</p> <p>MCM6 „Chemical Aspects and Principles of Molecular Imaging“: Introduction to molecular imaging, Ultrasound imaging, CT imaging, PET and SPECT imaging, Radiopharmaceuticals, Optical imaging: fluorescence, fluorescence sensors, Optical imaging: fluorescent dyes, luminescent lanthanide complexes, Magnetic resonance imaging, Multimodal imaging and probes, Guided</p>		

	<p>tour through the institute facilities (MPI for Biological Cybernetics), Practical training with MR contrast agents and luminescent complexes.</p> <p>MCM7 „Kinasen als Drug Targets“: Drug Targets in Krebs, Entzündung und Autoimmunerkrankungen. Kinasen stellen mit 33% einen wesentlichen Teil des sog. Druggable Genoms dar. Es gibt aber bisher nur ca. 10 Arzneistoffe, die gezielt eine Proteinkinase angreifen. Daher ist das Gebiet zurzeit ein wichtiges Forschungsgebiet. Ca. 35-30% aller industriellen Drug Discovery Programme haben eine Proteinkinase als molekulares Target.</p> <p>MCM8 „Bioorganic Chemistry“: Biomolecules: peptides, proteins, nucleic acids, carbohydrates, lipids; Bioorganic chemistry of amino acids and polypeptides; Solid-phase peptide synthesis; Bioorthogonal chemistry; Enzyme chemistry and enzyme models; Supramolecular chemistry; Host-guest chemistry; Bioorganic chemistry of the phosphate group and polynucleotides.</p> <p>OCM4 „Kohlenhydratchemie“ siehe OCH</p> <p>BCM3 „Naturstoffchemie“ siehe BCH</p>								
<p>Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)</p>	<p><i>Titel</i></p>	<p><i>Art der Lehrform</i></p>	<p><i>Status</i></p>	<p><i>SWS</i></p>	<p><i>LP</i></p>	<p><i>Prüfungsform</i></p>	<p><i>Prüfungsdauer</i></p>	<p><i>Benotungssystem</i></p>	<p><i>Berechnung Modulnote</i></p>
	<p><i>MCM1 Pharmazeutische Chemie: Eigenschaften, Molekulare Wirkmechanismen, Design, Synthese und Analytik von Arzneistoffen (Ringvorlesung über 4 Semester; WS/SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>o</p>	<p>3</p>	<p>4,5</p>	<p>MP</p>	<p>45</p>	<p>b</p>	<p>100</p>
	<p><i>MCM2 Pharmazeutische Chemie: Eigenschaften, Molekulare Wirkmechanismen, Design, Synthese und Analytik von Arzneistoffen (Ringvorlesung über 4 Semester; WS/SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>o</p>	<p>3</p>	<p>4,5</p>				
	<p><i>MCM3 Drug Discovery Technologies (SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>o</p>	<p>2</p>	<p>3</p>				
	<p><i>MCMS Seminar Medizinische Chemie (WS)</i></p>	<p>S</p>	<p>f</p>	<p>2</p>	<p>3</p>				
	<p><i>MCM4 Vortragsprogramm der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft (WS/SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>1</p>	<p>1,5</p>				
	<p><i>MCM5 Nach Rücksprache können andere Lehrveranstaltungen gewählt werden/ Dozenten der OC und der Pharmazie (WS+SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>1</p>	<p>1,5</p>				
	<p><i>MCM6 Chemical Aspects and Principles of Molecular Imaging (WS/SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>F</p>	<p>2</p>	<p>3</p>				
	<p><i>MCM7 Kinasen als Drug Targets (WS/SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>1</p>	<p>1,5</p>				
	<p><i>MCM8 Bioorganic Chemistry</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>2</p>	<p>3</p>				
	<p><i>OCM4 Kohlenhydratchemie (WS 1. oder 3. Teil)</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>1</p>	<p>1,5</p>				
	<p><i>BCM3 Naturstoffchemie (SS)</i></p>	<p>V</p>	<p>f</p>	<p>1</p>	<p>1,5</p>				
<p>Teilnahmevoraussetzungen</p>	<p>B.Sc. Chemie</p>								

Modulnummer: SCH	Modultitel: Synthesechemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Lars Wesemann, Prof. Dr. Thomas Ziegler		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Methoden der Synthesechemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.		
Modulinhalt	<p>SCM1 „Organische Synthese“: Es werden ausgewählte moderne Synthesen an aktuellen Beispielen aus der chemischen Literatur von allen Dozenten der Organischen Chemie besprochen. Die wichtigsten neuen Synthesemethoden werden vorgestellt und mit den Studenten diskutiert.</p> <p>SCM2 „Anorganische Synthese“: Vorstellung der Forschung im Institut für Anorganische Chemie durch die Arbeitskreisleiter.</p> <p>SCM3 „Anorganische Synthese, Organische Synthese“: Die Studenten können hierzu nach Rücksprache mit dem Koordinator des Fachs Synthesechemie eine oder zwei Vorlesungen aus einem anderen Fach wählen. Es soll jedoch gewährleistet sein, dass diese Vorlesungen relevant für die Synthesechemie sind.</p> <p>AC Institutskolloquium und GdCh Vorlesungen</p> <p>ACMn1 „Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1“ siehe ACH S. 12</p> <p>ACMn2 „Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2“ siehe ACH S. 12</p> <p>ACMn3 „Metallorganische Chemie der Lanthanoide“ siehe ACH S. 12</p> <p>ACMn4 „Fortgeschrittene Festkörperchemie“ siehe ACH S. 12</p> <p>ACMn6 „Elementorganische Chemie 1“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn7 „Elementorganische Chemie 2“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn8 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn9 „Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn10 „Nanochemie 1“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn11 „Nanochemie 2“ siehe ACH S. 13</p> <p>ACMn12 „Sol-Gel Prozesse“ siehe ACH S. 13</p>		

Modulinhalt	ACMn14 „Aktivierung kleiner Moleküle“ siehe ACH S. 14									
	ACMn15 „Metallorganische Komplexkatalyse“ siehe ACH S. 14									
	ACMn16 „f-Element-Katalyse“ siehe ACH S. 14									
	ACMn17 „Polymer Science“ siehe ACH S. 14									
	ACMn18 „Katalytische Polymerisation von Alkenen“ siehe ACH S. 14									
	ACMn19 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 1“ siehe ACH S. 14									
	ACMn20 „Bioanalytik mit Metallkomplexen 2“ siehe ACH S. 14									
	OCM4 „Kohlenhydratchemie“ siehe OCH S. 17									
	OCM5 „Reaktive Zwischenstufen“ siehe OCH S. 18									
	OCM6 „Neue Kohlenstoffmaterialien“ siehe OCH S. 18									
	OCM8 „Aromatenchemie“ siehe OCH S. 18									
	OCM9 „Naturstoffchemie“ siehe OCH S. 18									
	OCM11 „Organische Photochemie“ siehe OCH S. 18									
	OCM12 „Organokatalyse“ siehe OCH S. 18									
ANM3 „Molekulare Elektrochemie“ siehe ANH S. 25										
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>	
	SCM1 Organische Synthese (WS)	V	o	2	3	MP	45	b	100	
	SCM2 Anorganische Synthese (SS)	V	o	2	3					
	SCM3 Anorganische Synthese, Organische Synthese (WS/SS)	Ü	o	2	3					
	AC Institutskolloquium									
	ACMn1: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann	V	f	1	1,5					
	ACMn2: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz	V	f	1	1,5					
	ACMn3: Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander	V	f	1	1,5					
	ACMn4: Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer	V	f	1	1,5					
	ACMn6: Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5					
	ACMn7: Elementorganische Chemie 2 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5					
	ACMn8: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer	V	f	1	1,5					

	<i>ACMn9: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn10: Nanochemie 1 (SS) Anwander</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn11: Nanochemie 2 (SS) Anwander</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn12: Sol-Gel Prozesse (WS) Mayer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn14: Aktivierung kleiner Moleküle (SS) Mayer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn15: Metallorganische Komplexkatalyse (SS) Kunz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn16: f-Element-Katalyse (WS) Anwander</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn17: Polymer Science (SS) Grösser</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn18: Katalytische Polymerisation von Alkenen (SS) Berkefeld</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn19: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn20: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM4 Kohlenhydratchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM5 Reaktive Zwischenstufen</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM6 Neue Kohlenstoffmaterialien</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM8 Aromatenchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM9 Naturstoffchemie</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM11 Organische Photochemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM13 Organokatalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM3 Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser</i>	V	f	2	3				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: TCH	Modultitel: Theoretische Chemie Haupt-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht
ECTS-Punkte	15		
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 120 h / 8 SWS	Selbststudium: 330 h
Moduldauer	2 Semester		
Modulkoordination	Prof. Dr. Reinhold Fink		
Turnus	Jedes Semester		
Sprache	Deutsch oder Englisch		
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.		
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Grundlagen der Quantenchemischen Methoden sowie deren mathematische Ableitung wiedergeben. Sie können die Näherungen dieser Verfahren erläutern und sind in der Lage deren Stärken und Schwächen anzugeben und zu analysieren. Sie können numerische Methoden einsetzen, um chemische Fragestellungen zu lösen und sind hierzu in der Lage verschiedene Algorithmen anzuwenden und deren Effizienz zu bewerten.		
Modulinhalt	<p>TCM1 „Methoden der Quantenchemie“: Systematische Ableitung der Hartree-Fock Theorie aus den Postulaten der Quantenmechanik; Elektronenkorrelationsmethoden: Konfigurationswechselwirkung, Møller-Plesset Störungstheorie, Coupled Cluster Theorie und Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie.</p> <p>TCM2 „Verfahren der Quantenchemie“: Dichtefunktionaltheorie mit Plausibilitätserklärung verschiedener Austausch-Korrelations-Funktionale Diskussion der Genauigkeiten der Ergebnisse.quantenchemischer Rechnungen, Berechnung spektroskopischer, physikalischer und chemischer Eigenschaften.</p> <p>TCM3 „Programmieren in der Chemie“: Erlernen einer Programmiersprache. Lösen verschiedener Probleme aus der Chemie, für die keine analytischen Lösungen existieren: Kinetik mit mehreren Reaktionspartnern, Wärmekapazität des Debye-Festkörpers, Fourier-Transform Spektroskopie, Molekulardynamik, Hückel-Verfahren, Roothaan Hartree-Fock.</p> <p>TCM4 „Theorie von Transportvorgängen“: Theoretischen Grundlagen von Ladungstransport und Energietransport in molekularen Materialien, Marcus-Theorie, Kopplungsparameter, Relaxationsenergien, Quantenchemische Berechnung dieser Parameter, Hüpf- und Bandtransport als Funktion der Temperatur.</p> <p>TCM5 „Gruppentheorie“: Die Übertragung der Struktursymmetrie auf Schwingungen und Orbitale, Auswahlregeln der verschiedenen Spektroskopiearten, Dynamische Gruppen, Symmetriebruch.</p> <p>TCM6 „Computational Chemistry“: Kräftefeldmethoden und Molekulardynamik. Aussagefähigkeit unterschiedlicher Rechenverfahren zur Beschreibung chemisch relevanter Vorgänge, Erläuterung mit aktuellen Beispielen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf modernen Entwicklungen dieser Methoden.</p> <p>ACMn13 „Elektronische Strukturen von Festkörpern“ siehe ACH S. 13</p>		

Modulinhalt	PCM3 „Spektroskopie bei hohen Energien“ siehe PCH S. 21 PCM10 „Organische Halbleitermaterialien“ siehe PCH S. 22 MCM3 „Drug Design“ siehe MCH S. 33								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	Art der Lehrform	Status	SWS	LP	Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
	<i>TCM1 Grundlagen der Quantenchemie (WS) Fink</i>	V o		3	4,5				
	<i>TCM1Ü Übungen zu Grundlagen der Quantenchemie (WS) Fink</i>	Ü f		1	1,5				
	<i>TCM2 Verfahren der Quantenchemie (SS) Fink</i>	V o		2	3				
	<i>TCM2Ü Übungen zu Verfahren der Quantenchemie (SS) Fink</i>	Ü f		1	1,5				
	<i>TCM3 Programmieren in der Chemie (SS) Fink</i>	S o		2	3				
	<i>TCM4 Theorie von Transportvorgängen (SS 2. Hälfte) Fink</i>	V f		1	1,5				
	<i>TCM5 Gruppentheorie (SS 1. Hälfte) Christen</i>	V f		1	1,5	MP	45	b	100
	<i>TCM6 Computational Chemistry (SS 2. Hälfte) Fink, Bettinger</i>	V f		1	1,5				
	<i>TCM7 Nach Rücksprache mit dem Modulverantwortlichen können andere Lehrveranstaltungen gewählt werden (WS+SS)</i>	V f		1	1,5				
	<i>ACMn13 Elektronische Strukturen von Festkörpern (WS) Meyer</i>	V f		1	1,5				
	<i>PCM3 Spektroskopie bei hohen Energien (WS 2. Hälfte) Casu, Fink</i>	V f		1	1,5				
	<i>PCM10 Organische Halbleitermaterialien (SS 1. Hälfte) Peisert</i>	V f		1	1,5				
	<i>MCM3 Drug Design (WS) Böckler</i>	V f		1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie oder ein Bachelorabschluss, der vergleichbare Grundkenntnisse der Quantenmechanik vermittelt.								

3.2. Neben-Module (NM1 und NM2)

Modulnummer: ACN	Modultitel: Anorganische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Reiner Anwander								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Anorganischen Chemie, insbesondere der Koordinationschemie, der Metallorganischen Chemie, der Elementorganik sowie der Festkörperchemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen, methodischen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe ACH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	<i>ACMn1: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann</i>	V	f	1	1,5	MP	45	b	100
	<i>ACMn2: Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn3: Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn4: Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn5: Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn6: Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn7: Elementorganische Chemie 2 (SS) Schnepf</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn8: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn9: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer</i>	V	f	1	1,5				

	ACMn10: Nanochemie 1 (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn11: Nanochemie 2 (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn12: Sol-Gel Prozesse (WS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn13: Elektronische Strukturen von Feststoffen (WS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn14: Aktivierung kleiner Moleküle (SS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn15: Metallorganische Komplexkatalyse (SS) Kunz	V	f	1	1,5				
	ACMn16: f-Element-Katalyse (WS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn17: Polymer Science (SS) Grösser	V	f	1	1,5				
	ACMn18: Katalytische Polymerisation von Alkenen (SS) Berkefeld	V	f	1	1,5				
	ACMn19: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn20: Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn21: Methoden der anorganischen Forschung 1 (WS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn22: Methoden der anorganischen Forschung 2 (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn23: Methoden der anorganischen Forschung 3 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn24: Methoden der anorganischen Forschung 4 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn25: Methoden der anorganischen Forschung 5 (WS) Eichele	V	f	1	1,5				
	ACMn26: Methoden der anorganischen Forschung 6 (WS) Maichle-Mössmer/Sirsch	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: OCN	Modultitel: Organische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Thomas Ziegler								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Organischen Chemie, insbesondere der stereoselektiven Synthese, der Physikalischen Organischen Chemie, sowie der Synthesestrategien in der Organischen Chemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe OCH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	OCM1 Stereochemie und stereoselektive Synthese	V	o	2	3	MP	45	b	100
	<i>OCM2 Physikalische Organische Chemie</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM3 Synthesestrategien in der Organischen Chemie</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM4 Kohlenhydratchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM5 Reaktive Zwischenstufen</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM6 Neue Kohlenstoffmaterialien</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM7 Biokatalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM8 Aromatenchemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM9 Naturstoffchemie</i>	V	f	2	3				
	<i>OCM10 Biopolymere</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM11 Organische Photochemie</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM12 Organokatalyse</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM2 Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren (SS) Kramer, Wistuba</i>	V	f	2	3				
<i>ANM3 Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser</i>	V	f	2	3					
<i>ANM14 Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie (WS) Kramer</i>	V	f	2	3					
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: PCN	Modultitel: Physikalische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Alfred Meixner								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Praktikumsseminar, ect.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Physikalischen Chemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	siehe PCH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Titel	Art der Lehrform	Status	SWS	LP	Prüfungsform	Prüfungsdauer	Benotungssystem	Berechnung Modulnote
	<i>PCM1 Übergreifende theoretische Konzepte der Spektroskopie</i>	V	o	2	3	MP	45	b	100
	<i>PCM2 Anwendungen der Physikalischen Chemie: Feststoffe, Grenzflächen, Modellsysteme</i>	V	o	2	3				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: ANN	Modultitel: Analytische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Udo Weimar								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Analytischen Chemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe ANH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	ANM1 Qualitätssicherung und Chemometrie mit Anwendungen (WS) Weimar	V	f	2	3	MP	45	b	100
	ANM2 Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren (SS) Kramer, Wistuba	V	f	2	3				
	ANMU Übungen (WS) Weimar	Ü	f	1	1,5				
	ANMS Seminar (SS) Kramer, Wistuba	S	f	1	1,5				
	ANM3 Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser	V	f	2	3				
	ANM4 Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie (WS 1. Hälfte) Huhn	V	f	1	1,5				
	ANM6 Wasseranalytik (WS 1. Hälfte) Gauglitz, Huhn, Proll	V	f	1	1,5				
	ANM7 Sensoren (Blockkurs nach WS) Barsan	V	f	2	3				
	ANM8 Bioanalytik (WS 2. Hälfte)	V	f	1	1,5				
	ANM9 Spektroskopie (WS 2. Hälfte) Gauglitz, Meixner	V	f	1	1,5				
	ANM10 Messwerterfassung und –auswertung (SS 1. Hälfte) Chassé, Gauglitz, Meixner, Weimar	V	f	1	1,5				
ANM13 Elektromigrative Trenntechniken (SS halbsemestrig 3st) Huhn	V	f	1	1,5					

	<i>ANM14 Moderne NMR Methoden in der Organischen Chemie (WS) Kramer</i>	V	f	2	3				
	<i>ANM15 Oberflächenanalytik (WS 1. Hälfte) Casu, Chassé</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn19 Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn20 Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn24 (vorher ANM5): Methoden der anorganischen Forschung 4 (WS) Eichele</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn25 (vorher ANM5): Methoden der anorganischen Forschung 5 (WS) Eichele</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn26 (vorher ANM12): Methoden der anorganischen Forschung 6 (WS) Maichle-Mössmer/Sirsch</i>	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie oder ein Bachelorabschluss, der vergleichbare Grundkenntnisse der Analytik vermittelt.								

Modulnummer: BCN	Modultitel: Biochemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Stephanie Grond, Prof. Dr. Thomas Ziegler								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Biochemie, insbesondere der Grundlagen der Pflanzenbiochemie und der Moleküle sowie der Mechanismen der Biochemie, wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe BCH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	<i>BCM1 Biochemie und Biologie der Pflanzen (WS)</i>	V	f	2	3	MP	45	b	100
	<i>BCM2 Biopolymere, Biokatalyse (WS)</i>	V	o	2	3				
	<i>BCM3 Naturstoffchemie (SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>BCM4 Mechanismen der Pathogenität von Mikroorganismen (WS)</i>	V	f	2	3				
	<i>BCM5 Biochemie und Biologie der Pflanzen II (SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>BCM6 Biochemie IV-Zelluläre Biochemie (SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>BCM7 Pathobiochemie: Grundlagen und aktuelle Forschungsfragen (begrenzte Plätze) (WS als Block im Jan./Feb)</i>	V	f	2	3				
	<i>BCM8 Vortragsprogramm des Biochemie-Kolloquiums (WS+SS)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>BCM9 Phytohormone und ihre Effektoren, Stoffwechsel, Physiologie, Anwendungen im Pflanzenbau (WS)</i>	V	f	2	3				
<i>BCM10 Nach Rücksprache mit Modulverantwortlichen können andere Lehrveranstaltungen gewählt werden (WS+SS)</i>	V	f	1	1,5					

	<i>ACMn5 Bioanorganische Chemie (SS) Wesemann</i>	V	f	1	1,5				
	<i>OCM4 Kohlenhydratchemie (SS)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM4 Molekulare Wechselwirkungen (WS)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM2 Trennmethoden, NMR und Kopplungsverfahren (mit Seminar ANMS) (SS) Kramer, Wistuba</i>	V	f	2	3				
	<i>ANM4 Grundlagen und Anwendungen der Massenspektrometrie (WS, 1. Hälfte)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ANM8 Bioanalytik (WS 2. Hälfte)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>MCM1, MCM2 Vorlesung Pharmazeutische Chemie, ein Semester der Ringvorlesung (über 4 Sem.) (WS + SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>MCM3 Drug Design (SS, optional auch WS)</i>	V	f	2	3				
	<i>MCM7 Kinasen als Drug Targets (Anmeldung erforderlich WS oder SS)</i>	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MWN	Modultitel: Materialwissenschaften Neben -Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Thomas Chassé								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können grundlegende Materialeigenschaften beschreiben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe MWH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	MWM1 Phänomenologische Materialeigenschaften (WS) Chassé	V	o	2	3	MP	45	b	100
	ACMn8: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer	V	o	1	1,5				
	ACMn9: Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer	V	o	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MCN	Modultitel: Medizinische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Martin E. Maier								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, ect.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Inhalte der Medizinischen Chemie wiedergeben. Insbesondere beherrschen Sie fortgeschrittene Prinzipien der modernen Arzneimittelentwicklung, der Wirkstofffindung, der Leitsubstanzoptimierung unter Einbeziehung moderner Technologien wie der kombinatorischen Synthese. Sie können Hochdurchsatz-Screeningsysteme auf der Basis molekularbiologischer Grundlagen beschreiben und kennen die Grundlagen von Drug Design, Molecular-Modelling, quantitativen Struktur-/Wirkungsanalysen, der Pharmakokinetik und des Metabolismus. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe MCH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	<i>MCM1 Pharmazeutische Chemie: Eigenschaften, Molekulare Wirkmechanismen, Design, Synthese und Analytik von Arzneistoffen (Ringvorlesung über 4 Semester; WS/SS)</i>	V	o	3	4,5	MP	45	b	100
	<i>MCM3 Drug Discovery Technologies (SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>MCMS Seminar Medizinische Chemie (WS)</i>	S	f	2	3				
	<i>MCM4 Vortragsprogramm der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft (WS/SS)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>MCM5 Nach Rücksprache können andere Lehrveranstaltungen gewählt werden/ Dozenten der OC und der Pharmazie (WS+SS)</i>	V	f	1	1,5				
	<i>MCM6 Chemical Aspects and Principles of Molecular Imaging (WS/SS)</i>	V	f	2	3				
	<i>MCM7 Kinasen als Drug Targets (WS/SS)</i>	V	f	1	1,5				
<i></i>									
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: SCN	Modultitel: Synthesechemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Lars Wesemann, Prof. Dr. Thomas Ziegler								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die Methoden der Synthesechemie wiedergeben. Sie sind in der Lage die experimentellen und theoretischen Grundlagen dieses Fachs miteinander zu verknüpfen und in den naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen.								
Modulinhalt	Siehe SCH								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	SCM1 Organische Synthese (WS)	V	o	2	3	MP	45	b	100
	SCM2 Anorganische Synthese (SS)	V	o	2	3				
	SCM3 Anorganische Synthese, Organische Synthese (WS/SS)	Ü	o	2	3				
	ACMn1 Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 1 (WS) Wesemann	V	f	1	1,5				
	ACMn2 Fortgeschrittene Metallorganische Chemie 2 (WS) Kunz	V	f	1	1,5				
	ACMn3 Metallorganische Chemie der Lanthanoide (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn4 Fortgeschrittene Festkörperchemie (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn6 Elementorganische Chemie 1 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5				
	ACMn7 Elementorganische Chemie 2 (SS) Schnepf	V	f	1	1,5				
	ACMn8 Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 1 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn9 Stoffeigenschaften und Funktionsmaterialien 2 (SS) Meyer	V	f	1	1,5				
	ACMn10 Nanochemie 1 (SS) Anwander	V	f	1	1,5				
ACMn11 Nanochemie 2 (SS) Anwander	V	f	1	1,5					
ACMn12 Sol-Gel Prozesse (WS) Mayer	V	f	1	1,5					

	ACMn14 Aktivierung kleiner Moleküle (SS) Mayer	V	f	1	1,5				
	ACMn15 Metallorganische Komplexkatalyse (SS) Kunz	V	f	1	1,5				
	ACMn16 f-Element-Katalyse (WS) Anwander	V	f	1	1,5				
	ACMn17 Polymer Science (SS) Grösser	V	f	1	1,5				
	ACMn18 Katalytische Polymerisation von Alkenen (SS) Berkefeld	V	f	1	1,5				
	ACMn19 Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	ACMn20 Bioanalytik mit Metallkomplexen (WS) Seitz	V	f	1	1,5				
	OCM4 Kohlenhydratchemie	V	f	1	1,5				
	OCM5 Reaktive Zwischenstufen	V	f	2	3				
	OCM6 Neue Kohlenstoffmaterialien	V	f	1	1,5				
	OCM8 Aromatenchemie	V	f	1	1,5				
	OCM9 Naturstoffchemie	V	f	2	3				
	OCM11 Organische Photochemie	V	f	1	1,5				
	OCM13 Organokatalyse	V	f	1	1,5				
	ANM3 Molekulare Elektrochemie (SS) Speiser	V	f	2	3				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: TCN	Modultitel: Theoretische Chemie Neben-Modul				Art des Moduls: Wahlpflicht				
ECTS-Punkte	9								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 270 h		Kontaktzeit: 60 h / 4 SWS		Selbststudium: 210 h				
Moduldauer	2 Semester								
Modulkoordination	Prof. Dr. Reinhold Fink								
Turnus	Jedes Semester								
Sprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden können die Grundlagen der Quantenchemischen Methoden sowie deren mathematische Ableitung wiedergeben. Sie können die Näherungen dieser Verfahren erläutern.</p> <p>oder</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Stärken und Schwächen Quantenchemischer Methoden anzugeben und zu analysieren. Sie können numerische Methoden einsetzen, um chemische Fragestellungen zu lösen und sind hierzu in der Lage verschiedene Algorithmen anzuwenden und deren Effizienz zu bewerten.</p>								
Modulinhalt	Siehe TCH die besuchten Veranstaltungen sollten vorab mit dem Modulkoordinator / Modulkoordinatorin abgestimmt werden.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	<i>TCM1 Grundlagen der Quantenchemie (WS) Fink</i>	V	f	3	4,5	MP	45	b	100
	<i>TCM2 Verfahren der Quantenchemie (SS) Fink</i>	V	f	2	3				
	<i>TCM3 Programmieren in der Chemie (SS) Fink</i>	S	f	2	3				
	<i>TCM1Ü Übungen zu Grundlagen der Quantenchemie (WS) Fink</i>	Ü	f	1	1,5				
	<i>TCM2Ü Übungen zu Verfahren der Quantenchemie (SS) Fink</i>	Ü	f	1	1,5				
	<i>TCM5 Gruppentheorie (SS 1. Hälfte) Christen</i>	V	f	1	1,5				
	<i>TCM6 Computational Chemistry (SS 2. Hälfte) Fink, Bettinger</i>	V	f	1	1,5				
	<i>ACMn13 Elektronische Strukturen von Festkörpern (WS 1. Hälfte) Mayer</i>	V	f	1	1,5				
	<i>PCM10 Organische Halbleitermaterialien (SS 1. Hälfte) Peisert</i>	V	f	1	1,5				

	<i>PCM3 Spektroskopie bei hohen Energien (WS 2. Hälfte) Casu, Fink</i>	V	f	1	1,5				
	<i>MSM3 Drug Design (SS) Böckler</i>	V	f	1	1,5				
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie oder ein Bachelorabschluss, der vergleichbare Grundkenntnisse der Quantenmechanik vermittelt.								

3.3. Laborpraktikums-Module (PM1, PM2 und PM3)

Modulnummer: ACMP	Modultitel: Anorganische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Studium anorganischer Reaktionen aus den Bereichen Koordinationschemie, Metallorganische Chemie, Elementorganische Chemie sowie Festkörperchemie in Theorie und Praxis, Durchführung von mehrstufigen Präparaten unter Schutzgas. Charakterisierung der Verbindungen mittels Anwendung analytischer Methoden. Synthesen, Reaktionsabläufe und Untersuchungsmethoden in der Festkörperchemie. Studium der Chemie der Lanthanoidverbindungen in Theorie und Praxis.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Anorganischen Chemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlich und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen. Es besteht die Möglichkeit eines Auslandpraktikums oder eines Industriepraktikums. Das Praktikum schließt mit einem Kurzvortrag in der jeweiligen Arbeitsgruppe ab.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	ACMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: OCMP	Modultitel: Organische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Studium organischer Reaktionen in der Praxis, Durchführung von mehrstufigen Präparaten. Charakterisierung der Verbindungen mittels Anwendung analytischer Methoden. Synthesen, Reaktionsabläufe und Untersuchungsmethoden in der organischen Chemie.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Organischen Chemie experimentieren. Sie sind in der Lage, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlichen und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	OCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: PCMP	Modultitel: Physikalische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Neben Versuchen im Praktikum wird auch ein Mitarbeiterteil angeboten, bei dem die Studenten wissenschaftliche Aufgabenstellungen unter Anleitung in einzelnen Arbeitsgruppen lösen. Dabei lernen sie nicht nur Protokolle, sondern auch Arbeitsberichte in Publikationsform zu schreiben.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Physikalischen Chemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlichen und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	PCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: ANMP	Modultitel: Analytische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	<p>ANP1 und ANP2: Das Praktikum ist ein Arbeiterteil, bei dem die Studenten wissenschaftliche Aufgabenstellungen unter Anleitung in einzelnen Arbeitsgruppen lösen. Dabei lernen sie nicht nur Protokolle zu schreiben, sondern auch Arbeitsberichte in Publikationsform zu schreiben. Das Praktikum schließt mit einem Kurzvortrag in der jeweiligen Arbeitsgruppe ab.</p> <p>ANP3: „Industriepraktikum“ oder erweiterter Arbeiterteil</p>								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Analytischen Chemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlichen und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	ANMP1	P	f	7	12	P	-	b	100
	ANMP3	P	f	7	12				
	ANMP3	P	f	7	12				
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme an mind. 1 obligatorischen Veranstaltung in ANH								

Modulnummer: BCMP	Modultitel: Biochemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Angewandte Methoden der Biotechnologie, Biomolekulare Chemie der Naturstoffe. Methoden in der Life Science Forschung: Angewandte rekombinante Technologien (DNA), PCR. Enzymatik und Synthese. Bioaktivitätsmechanismen. Darstellung, Analytik und Biotechnologie von Naturstoffen.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Biochemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlichen und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	BCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MWMP	Modultitel: Materialwissenschaften Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Studium materialwissenschaftlicher Fragestellungen in der Praxis.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor materialwissenschaftlich experimentieren. Sie beherrschen die präzise Protokollierung und das kritisch kontrollierende Hinterfragen der erhaltenen Ergebnisse. Sie haben die Fähigkeit erworben, ihre Ergebnisse schriftlich und mündlich korrekt darzulegen, sie zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	MWMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: MCMP	Modultitel: Medizinische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Ausgewählte Methoden und Themen der Medizinischen Chemie (Synthese, Testung, Analytik, Theorie/Design, Modelling)								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Medizinischen Chemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlichen und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	MCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: SCMP	Modultitel: Synthesechemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Studium anorganischer und organischer Reaktionen. Durchführung von mehrstufigen Präparaten unter Schutzgas. Charakterisierung der Verbindungen mittels Anwendung analytischer Methoden.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden können in einem modern ausgestatteten Labor der Anorganischen oder Organischen Chemie experimentieren. Sie beherrschen es, die erhaltenen Ergebnisse präzise zu protokollieren und kritisch zu hinterfragen. Sie beherrschen es, ihre Ergebnisse schriftlich und mündlich zu erläutern, zu analysieren und daraus wissenschaftlich korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen. Es besteht die Möglichkeit eines Auslandpraktikums oder eines Industriepraktikums. Das Praktikum schließt mit einem Kurzvortrag in der jeweiligen Arbeitsgruppe ab.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	SCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	B.Sc. Chemie								

Modulnummer: TCMP	Modultitel: Theoretische Chemie Laborpraktikums-Modul		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	12								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Kontaktzeit: 210 h	Selbststudium: 150 h						
Moduldauer	3 Monate								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Praktikum, Protokoll, Vortrag								
Modulinhalt	Studierende bearbeiten eine wissenschaftliche Fragestellung mit den Methoden der Quantenchemie.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden benutzen quantenchemische Rechenprogramme, analytische und numerische Verfahren zur Lösung eines wissenschaftlichen Problems aus dem Bereich der Theoretischen Chemie. Sie überprüfen den Stand der aktuellen Literatur, sichten die zur Verfügung stehenden Methoden zur Lösung der Fragestellung, entwickeln eine Lösungsstrategie mit den Methoden der Theoretischen Chemie und setzen diese um. Sie analysieren ihre Ergebnisse und stellen dies in wissenschaftlich angemessener Form in einem kurzen schriftlichen Protokoll und einer Präsentation dar.								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	TCMP	P	o	7	12	P	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	Keine Voraussetzungen								

3.4. Zusatzqualifikationen (Soft Skills)

Modulnummer: ZQM	Modultitel: Zusatzqualifikationen		Art des Moduls: Wahlpflicht						
ECTS-Punkte	6								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 180 h	Kontaktzeit: 30 – 90 h (insg. 2- 6 SWS)	Selbststudium: 90 – 150 h						
	Verteilung auf Kontaktzeit und Selbststudium hängt von der besuchten Veranstaltung ab.								
Moduldauer	2 Semester								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Vorlesung, Übung, Seminar, etc.								
Modulinhalt	Es können Angebote aus universitären Veranstaltungen gewählt werden. Z.B. „Anforderungen an einen Industriechemiker“ (WS) Jäckel oder Veranstaltungen solche aus der Graduiertenakademie, dem Bereich Studium Professionale (s. auch Satzung zum Erwerb überfachlicher berufsfeldorientierter Kompetenzen für Bachelorstudiengänge der Universität Tübingen, Amtliche Bekanntmachungen vom 01.06.2010). Bis zu 50% LP aus dem Soft Skill Bereich dürfen aus Veranstaltungen von nicht selbst gewählten Wahlpflichtfächern stammen.								
Qualifikationsziele	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> • lernen kritisches Arbeiten und Herausbilden eines fundierten, fachlichen und fachübergreifenden Urteilsvermögens. • besitzen die Fähigkeit zur Teamarbeit. • können außerfachliche Qualifikationen mit der Chemie verknüpfen. Die Prüfungsform richtet sich nach den Lernzielen der gewählten fachübergreifenden Lehr-/Lernformen								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	SK1		o	-		-	-	ub	
	SK3		o	-		-	-	ub	
	SK3		o	-		-	-	ub	
Teilnahme- voraussetzungen	Keine Voraussetzungen								

3.5. Abschlussarbeit (MA)

Modulnummer: MA	Modultitel: Masterarbeit		Art des Moduls: Pflicht						
ECTS-Punkte	30								
Arbeitsaufwand	Arbeitsaufwand: 900 h	Kontaktzeit: 600 h (60 SWS s. S. 12)	Selbststudium: 300 h						
Moduldauer	Ein Semester								
Modulkoodinator oder -koodinatorin	Betreuer / Betreuerin der Masterarbeit								
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester								
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch								
Lehr- /Lernformen	Masterarbeit								
Modulinhalt	Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums. Sie besteht aus der Durchführung eines Forschungsprojekts, der Auswertung und der Aufbereitung der Ergebnisse sowie der schriftlichen Ausarbeitung der Ergebnisse. Die Ergebnisse sollen zur wissenschaftlichen Erkenntnis beitragen.								
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden wenden chemische Verfahren zur Lösung eines wissenschaftlichen Problems an. Sie erarbeiten sich den Stand der wissenschaftlichen Literatur zu dem gegebenen Thema, entwickeln in Zusammenarbeit mit dem Betreuer / der Betreuerin / den Betreuern der Arbeit eine Lösungsstrategie unter Verwendung der zur Verfügung stehenden Methoden der Chemie und setzen diese um. Sie analysieren und bewerten ihre Ergebnisse und stellen dies in wissenschaftlich angemessener Form in einer schriftlichen Masterarbeit (M.Sc. Thesis) dar.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Sie können geeignete wissenschaftliche Methoden zunehmend selbstständig anwenden und die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darstellen. • können ein anspruchsvolles wissenschaftliches Thema selbstständig bearbeiten und dabei ihr biologisches Methodenwissen anwenden. • vertiefen ihre Problemlösekompetenz und können ihr Methodenwissen transferieren. • sind in der Lage, in einem internationalen wissenschaftlichen Umfeld im Team zu arbeiten. 								
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten/ Benotung (ggf. Gewichtung)	<i>Titel</i>	<i>Art der Lehrform</i>	<i>Status</i>	<i>SWS</i>	<i>LP</i>	<i>Prüfungsform</i>	<i>Prüfungsdauer</i>	<i>Benotungssystem</i>	<i>Berechnung Modulnote</i>
	Masterarbeit	MA	o	60	30	MA	-	b	100
Teilnahmevoraussetzungen	PM1, PM3, PM3								