

# Masterstudiengang Chemie

## Modulkatalog

### Pflichtmodule und Wahlpflichtmodule

Naturwissenschaftliche Fakultät  
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität

zur PO 2024

Stand 03.12.2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>Pflichtmodule.....</b>	<b>6</b>
Essentielle und fortgeschrittene organische Chemie.....	7
Progress in Inorganic Chemistry.....	10
Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie.....	12
Technische Chemie: Katalytische Reaktionen und Prozesse .....	15
Masterarbeit mit Kolloquium .....	18
 <b>Wahlpflichtmodule.....</b>	 <b>21</b>
Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie.....	22
Advanced Methods for Structure Analysis.....	24
Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry .....	26
Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese.....	29
Analysis at the Nanoscale .....	31
Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie.....	33
Biologische Chemie: Nukleinsäuren und Peptide.....	35
Chemische Biologie.....	38
Computational Materials Science: Optical Materials .....	40
Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy .....	42
Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik .....	44
Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern.....	46
Elektrochemie für Fortgeschrittene .....	48
Elektronenmikroskopie .....	51
Elements of Life .....	54
Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen.....	57
Fortgeschrittene Wirkstoffchemie .....	60
Functional Materials.....	62
Functional Materials: Synthesis and Analysis.....	65
Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente.....	67
Glycoscience .....	70

Intermolekulare Wechselwirkung.....	73
Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern und heute.....	76
Machine Learning Fundamentals for Natural Scientists.....	78
Moderne Synthesemethoden in der Polymerchemie.....	81
Molekülspektroskopie.....	83
Naturstoffchemie.....	86
Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene.....	88
Organische Strukturaufklärung.....	91
Organische Syntheseplanung.....	94
Physikalische Materialchemie.....	96
Polymere Materialien.....	98
Process Analytical Technology.....	102
Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie.....	104
Radiochemie und Radioanalytik I.....	106
Radiochemie und Radioanalytik II (mit Möglichkeit zum Fachkunderwerb).....	108
Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen.....	111
Strukturelle Biochemie.....	113
Team Track: Introduction to the Julia Programming Language and Open Source Development.....	115
Thermische Trennverfahren für die katalytische Synthese.....	118
Totale Biosynthese.....	121
Verfahrenstechnik für Produktionsprozesse und kontinuierliche Systeme.....	124
Wirkstoffchemie.....	127
<b>Projektorientierte Wahlpflichtmodule.....</b>	<b>130</b>
Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Analytical Chemistry.....	131
Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Chemical Physics and Computations.....	133
Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Industrial Chemistry.....	135
Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Materials for Life.....	137
Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products.....	139
Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 1.....	141
Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 2.....	143

Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 1 .....	145
Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 2 .....	147
Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 1 .....	149
Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 2 .....	151
Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 1 .....	153
Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 2 .....	155
Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 1 .....	157
Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 2 .....	159
Vertiefendes Forschungspraktikum: Enabling Technologies in Organic Chemistry .....	161
Vertiefendes Forschungspraktikum: Microbiological Chemistry .....	163
Vertiefendes Forschungspraktikum: Modern Medicinal Chemistry .....	165
Vertiefendes Forschungspraktikum: Natural Products Synthesis .....	167
<b>Berufsorientierende Wahlpflichtmodule .....</b>	<b>169</b>
Gewässerschutz .....	170
Good Manufacturing and Laboratory Practice - Hazard Analysis Critical Control Point System .....	172
Industrielle Materialchemie .....	174
Industrielle Wirkstoffchemie .....	176
Kolloquien in der Chemie .....	178
Qualitätsmanagement in der biopharmazeutischen Industrie .....	180
Qualitätsmanagement in der Lebensmittelindustrie .....	182
REACH Chemikalienzulassung .....	184
<b>Weitere Wahlpflichtmodule (Reserve) .....</b>	<b>186</b>
Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry .....	187
Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry .....	189
Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations .....	191
Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation .....	193
Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry .....	195
Aktuelle Aspekte in Materials for Life .....	197
Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life .....	199
Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products .....	201

Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products.....	203
<b>Weitere Wahlpflichtmodule (werden nicht mehr angeboten, können jedoch für den Erwerb des Studienabschlusses genutzt werden).....</b>	<b>205</b>
Anorganische Materialchemie.....	206
Biosynthesen und Prozesstechnik .....	209
Naturstoff- und Bioanalytik .....	213
Biomaterialien und Biomineralisation.....	216
Biomaterialien und Biomineralisation mit Laborübung.....	218
Computational Bio-organic Chemistry.....	221
Funktionale Nanostrukturen.....	223
Heterocyclen.....	225
Kolloide und Nanoteilchen.....	227
Materialien für die Energietechnik .....	230
Metallorganische Chemie I .....	232
Metallorganische Chemie II.....	234
NMR for Biopolymers.....	236
Oberflächenchemie .....	238
Organische Massenspektrometrie .....	240
Reaktionsmechanismen .....	242
Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene.....	245
Selforganization in Chemistry.....	247
Wirkstoffmechanismen und -darstellung.....	249
Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien.....	252
Aktuelle Aspekte der Chemie.....	255
Aktuelle Aspekte der Chemie mit Laborübung.....	257
Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie .....	259
Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie mit Laborübung .....	261

## Masterstudiengang Chemie

## Pflichtmodule

## Essentielle und fortgeschrittene organische Chemie

<b>Modultitel</b> Essentielle und fortgeschrittene organische Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	60 h Präsenzzeit	120 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der organischen Chemie. Dabei wird im erweiterten Kenntnisbereich vertieft auf Themen der Stereokontrolle und Heterocyclenchemie eingegangen.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Reaktionsprinzipien der organischen Chemie anzuwenden.</li> <li>• Heterocyclen zu klassifizieren und nach ihrer Reaktivität zu beurteilen.</li> <li>• allgemeine Darstellungsmethoden für Heterozyklen einzuordnen und postulieren.</li> <li>• in einem inhaltlich umfassenden Rahmen komplexe Moleküle auf ihre stereochemischen Elemente hin zu analysieren.</li> <li>• konformationsanalytische Methoden auf Moleküle anzuwenden.</li> <li>• Methoden und Strategien der stereoselektiven Synthese bezüglich ihrer Selektivitäten mechanistisch zu rationalisieren.</li> <li>• Retrosynthesen für chirale Moleküle unter Verwendung der erlernten Methoden zu entwickeln.</li> <li>• Synthesestrategien für einfache bis hin zu komplexen chiralen Molekülen zu planen und methodisch detailliert auszuarbeiten.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung Essentielle organische Chemie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekapitulation wesentlicher Reaktionstypen und –prinzipien der organischen Chemie</li> <li>• Basizität / Azidität</li> <li>• Grundlagen der Heteroaromatizität</li> <li>• Elektronische Unterschiede zwischen verschiedenen Heterozyklen und Stereoelektronische Effekte in gesättigten Heterocyclen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte gesättigte Heterocyclen – Darstellung, Reaktivität, Vorkommen und Relevanz</li> <li>• Generelle Methoden zur Darstellung von nicht-aromatischen Heterozyklen (Kondensationen, electrocyclische Reaktionen, Nitrene/Carbene, Übergangsmetallkatalyse und <math>\pi</math>-Lewis Säuren)</li> </ul> <p><b>Vorlesung Fortgeschrittene Themen der Organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Stereochemie, nicht lineare Effekte</li> <li>• Methoden der stereoselektiven Synthese (Oxidationen, Reduktionen, C-C-Verknüpfungen, Organometallverbindungen) unter Einbeziehung der Katalyse (metallorganische Katalyse, Organokatalyse)</li> <li>• chirale Bausteine (ex chiral pool) für die Synthese</li> <li>• Biotransformationen mit Enzymen und ganzen Zellen in der Synthese</li> <li>• gekoppelte asymmetrische Katalyse</li> <li>• Einführung in die Retrosynthese</li> <li>• Stereoselektive Synthesemethoden von nicht-aromatischen Heterozyklen</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus der Wirk- und Naturstoffchemie</li> </ul> <p><b>Übung</b> Selbständige Bearbeitung und anschließende Diskussion von Übungsaufgaben zur Vorlesung. Die Übungsaufgaben behandeln Synthesesequenzen verbunden mit analytischen Fragestellungen (NMR-, MS-, IR-Spektren, EA). Über das in der Vorlesung vermittelte synthetische Wissen und die Interpretation der analytischen Daten können die Übungsaufgaben gelöst werden.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Essentielle organische Chemie (1 SWS) Vorlesung Fortgeschrittene Themen der organischen Chemie (2 SWS) Theoretische Übung Essentielle und fortgeschrittene organische Chemie (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>

6	<b>Literatur</b> Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2001 R. Brückner, Reaktionsmechanismen (Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden), Spektrum Akademischer Verlag, 2. Aufl., 2003 J. A. Joule and K. Mills "Heterocyclic Chemistry" Fifth Edition, Blackwell Publishing 2009 K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley-VCH; E. L. Eliel, S. H. Wilen, Stereochemistry of Organic Compounds, John Wiley & Sons 1994.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Kirschning, Heretsch, Plettenburg, Jürjens, Brönstrup
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Heretsch

## Progress in Inorganic Chemistry

<b>Modultitel</b> Progress in Inorganic Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und umfassenden Verständnisses der anorganischen Molekular- und Festkörperchemie mit besonderem Schwerpunkt auf Struktur-Eigenschafts- und Struktur-Reaktivitäts-Korrelationen. Der Hauptzweck des Moduls besteht darin, ein fortgeschrittenes Verständnis dafür zu vermitteln, wie die Struktur von anorganischen und organisch-anorganischen Verbindungen die elektronischen und Bindungsverhältnisse beeinflusst, was wiederum zu bestimmten Eigenschaften führt.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen molekularen Verbindungen der Hauptgruppenelemente und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren.</li> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen Koordinations- und metallorganischen Verbindungen und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren.</li> <li>• Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen Festkörperverbindungen und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren.</li> <li>• grundlegende Aspekte der anorganischen Materialchemie zu erläutern.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> Ausgehend von einfachen Verbindungen und bewährten Modellen werden komplexere Verbindungen und verfeinerte Modelle in vier Hauptbereichen diskutiert: Hauptgruppenchemie, Koordinationschemie, metallorganische Chemie und Festkörperchemie. Besondere Themen sind z.B. anorganische Polymere, elektronische Delokalisation und molekularer Magnetismus, Lanthanoid- und Actinoidchemie, Aktivität und Mechanismen in der homogenen Katalyse, bioanorganische Chemie, Kristallorbitaltheorie, intermetallische Verbindungen, hochentropische Legierungen, Funktionskeramik. Ausgewählte Aspekte der Materialchemie werden behandelt, z. B.: Fotodetektoren; Solarzellen; Photoelektrochemie; transparente leitende Elektroden; Leuchtdioden (LEDs), Batterietechnologie, Elektroden und Elektrochemie; Super- und Pseudokondensatoren; thermoelektrische Materialien; ferroelektrische Materialien; Formgedächtnissysteme.</p>	

## Modulkatalog – Master Chemie

	<p><b>Seminar</b> Die Studierenden bereiten Präsentationen auf der Grundlage aktueller Veröffentlichungen in hochrangigen internationalen Fachzeitschriften vor. Die Präsentationen enthalten die Abschnitte "Hintergrundwissen", "Hintergrund der Autoren", "wissenschaftliche Lücke", "Ergebnisse und Diskussion". Das Papier wird dann diskutiert, zunächst in einer Untergruppe, die für das Papier ist (Team Pro), und einer zweiten Untergruppe, die das Papier angreift (Team Contra), die die abschließende, gemeinsame Diskussion vorbereiten.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Progress in Inorganic Chemistry (3 SWS) Seminar Inorganic Chemistry Research Highlights (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> B.Sc. Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: Polarz, N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Polarz</p>

## Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie

Modultitel Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung der mikroskopischen Beschreibung der Materie mit makroskopischen Eigenschaften mit einem besonderen Fokus auf thermodynamische und spektroskopische Eigenschaften.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein tiefes Verständnis für den Zusammenhang zwischen mikroskopischer und makroskopischer Beschreibung der Materie herzustellen</li> <li>• thermodynamische Größen aus Zustandssummen zu berechnen</li> <li>• die Unterschiede zwischen verschiedenen thermodynamischen Ensembles sowie verschiedenen Quantenstatistiken zu erläutern und ihre Anwendungsgebiete zuzuordnen.</li> <li>• die Grundlage der Molekülspektroskopie (elektrische Dipolübergänge/Polarisation, magnetische Dipolübergänge/Magnetisierung) zu erklären.</li> <li>• die quantenmechanischen Grundlagen der Kohärenzspektroskopie zu erläutern .</li> <li>• die zeitabhängige Wechselwirkung von Molekülen mit elektromagnetischer Strahlung zu erklären und insbesondere die Pulsanregung von elektrischen und magnetischen Dipolübergängen zu beschreiben, d.h. Intensität über die Umwandlung von Besetzung in Kohärenz zu erläutern.</li> <li>• Linienform auf der Grundlage der Zeitentwicklung von Kohärenz zu erläutern .</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung / Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der statistischen Beschreibung von Materie (Mikro- und Makrozustände, Zustandssumme, Gesetz der großen Zahlen, Normalverteilungssatz)</li> <li>• Herleitung und Diskussion der Zustandssumme des idealen Gases</li> <li>• Betrachtung der Thermodynamik aus dem mikroskopischen Blickwinkel (Hauptsätze, Zustandsänderungen, Unterschied von Arbeit und Wärme, Entropie, Temperatur)</li> <li>• Thermodynamische Ensemble in klassischen Simulationen</li> <li>• Herleitung und Diskussion der Boltzmann-Statistik</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Zusammenhänge für thermodynamische Größen aus kanonischen Zustandssummen und Molekülzustandssummen über die Anteile der Translation, Rotation, Schwingungen und elektronischen Freiheitsgraden.</li> <li>• Statistische Betrachtung von chemischen Reaktionen (transition state theory, Gleichgewichtskonstanten, Aktivierungsbarrieren und deren Berechnung)</li> <li>• Statistische Thermodynamik des idealen Kristalls</li> <li>• Herleitung und Diskussion des Maxwell'schen Geschwindigkeits-Verteilungsgesetzes</li> <li>• Herleitung und Diskussion der Quantenstatistiken (Fermi-Dirac, Bose-Einstein)</li> <li>• Fermigas und Photonengas</li> <li>• Molekulares elektrisches Dipolmoment, magnetisches Kernmoment</li> <li>• Bahndrehimpuls, Kernspin</li> <li>• elektromagnetische Strahlung, Maxwell-Gleichungen</li> <li>• zeitabhängige Schrödingergleichung, Heisenberg'sche Unschärferelation, von-Neumann-Gleichung, Dichtematrix, optische Bloch-Gleichungen</li> <li>• Besetzungsdifferenz, Polarisation, Magnetisierung</li> <li>• Besetzungsrelaxation, Kohärenzrelaxation, Signallänge, Linienbreite</li> <li>• Zeitdomäne, Frequenzdomäne, FT-Spektroskopie</li> <li>• Radiofrequenz(NMR)-Spektroskopie, Mikrowellen(Rotations, ESR)-Spektroskopie, LASER(Schwingungs)-Spektroskopie</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie (3 SWS) Theoretische Übung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie (2 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundlegende Kenntnisse in der Quantenmechanik
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Übung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> Torsten Fließbach: Statistische Physik, Springer, 2018 Gerd Wedler, Hans Joachim Freud: Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, 2012 McQuarrie, Donald A.: Physical Chemistry a Molecular Approach, Viva Books, 2011 McQuarrie, Donald A.: Statistical Thermodynamics, University Science Books, 2000.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Grabow, König

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Grabow, König

## Technische Chemie: Katalytische Reaktionen und Prozesse

<b>Modultitel</b> Technische Chemie: Katalytische Reaktionen und Prozesse		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch /Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Aspekte der Technischen Chemie, zu denen die Chemische Reaktionstechnik, die Grundoperationen der chemischen Industrie und die Bioreaktorkonzepte zählen. Nach dem Erwerb dieser grundlegenden Aspekte erlangen die Studierenden ein tieferes Verständnis für das Design und die Prozessführung im technischen Maßstab sowie die Prozessüberwachung. Zusätzlich lernen die Studierenden grundlegendes Fachwissen der Technischen Chemie zu verstehen und in Diskussionen und Präsentationen einzusetzen</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegendes Fachwissen der Technischen Chemie zu erläutern und einzusetzen, um einen (bio)technischen Reaktor für eine bestimmte Reaktion auszulegen.</li> <li>• theoretisch erworbenes Wissen zur Problemlösung (bio)chemischer Prozesse zu nutzen.</li> <li>• neue technologische Methoden und theoretische Modelle zu entwickeln,</li> <li>• interdisziplinäre, fachliche Herausforderungen eigenständig und kreativ zu lösen.</li> <li>• das theoretische Wissen über chemische Reaktionen auf praktische Anwendungen zu übertragen.</li> <li>• ihr Projekt zu präsentieren.</li> <li>• eigene Ideen umzusetzen.</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung Grundlagen der Technischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetik (Monod- und Enzymkinetik)</li> <li>• Einführung ins Reaktordesign</li> <li>• Ideale und reale Reaktoren, komplexe Reaktor Modelle</li> <li>• Stoff- und Wärmeübertragung</li> <li>• Verweilzeit- und Umsatzverhalten</li> <li>• Grundlagen (bio)chemischer Prozesse</li> <li>• Prinzipien der Enzymtechnik.</li> </ul> <p><b>Vorlesung Fortgeschrittene Methoden der Technischen Chemie</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen, Suspendieren und Dispergieren</li> <li>• Enzymreaktoren</li> <li>• Single use Anwendungen</li> <li>• Kontinuierliche Prozesse</li> <li>• Maßstabsvergrößerung</li> <li>• Online monitoring</li> </ul> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden halten in kleinen Gruppen Vorträge zu aktuelle Themen der industriellen Biotechnologie.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Grundlagen der Technischen Chemie (1 SWS) Vorlesung Fortgeschrittene Methoden der Technischen Chemie (2 SWS) Seminar Industrielle Biokatalyse und Bioprozesse (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten (K120) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (M30)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, R. Palkovits, U. Onken, A. Renken. Technische Chemie, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013. ISBN: 978-3-527-33072-0.</li> <li>2. G. Emig, E. Klemm. Technische Chemie. Einführung in die chemische Reaktionstechnik, 5. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, 2005. ISBN: 3-540-23452-7.</li> <li>3. A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt. Einführung in die Technische Chemie, 2. Aufl., Springer Spektrum, Berlin, 2016. ISBN: 9783662528556.</li> <li>4. W. R. A. Vauck, H. A. Müller. Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik, 11. Aufl., Dt. Verl. für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 2000. ISBN: 978-3-527-30964-1.</li> <li>5. H. Oertel (Hrsg.). Prandtl – Führer durch die Strömungslehre. Grundlagen und Phänomene, 13. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012. ISBN: 978-3-8348-1918-5.</li> <li>6. M. Jakobith. Grundoperationen und chemische Reaktionstechnik, Wiley, 1998. ISBN: 9783527288700.</li> </ol> <p><b>Seminar Industrielle Biokatalyse und Bioprozesse</b> Reviews und Primärliteratur aus internationalen Fachzeitschriften.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b></p>

	Vorlesung 1: Kara, Meyer Vorlesung 2: Kara, Beutel Seminar: Kara
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie, LE Chemie; <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Kara

## Masterarbeit mit Kolloquium

Modultitel Masterarbeit mit Kolloquium		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 30	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
900 Stunden	800 h Präsenzzeit	100 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter und erweiterter Fähigkeiten zu selbstständigem Entwurf und Ausführung eines Projektplans zu einem zeitlich und inhaltlich begrenzten Gebiet mit wissenschaftlichen Methoden (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig in einem inhaltlich begrenzten sowie in einem größeren zeitlichen Rahmen einen Projektplan zu entwerfen und auszuführen sowie vertiefte Kenntnisse in einem ausgewählten Bereich zu erwerben.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbstständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> <li>• experimentelle Handlungen abzuleiten.</li> <li>• ein erweitertes Thema aus dem Bereich der Chemie unter Anleitung zu erarbeiten, eigenständig zu vertiefen und durch eigene experimentelle oder theoretische Arbeiten in einem vorgegebenen Zeitraum weiterzuentwickeln.</li> <li>• neue Herangehensweisen zu entwickeln und abzuschätzen.</li> <li>• weitere Ausblicke in Bezug auf das gestellte Thema zugeben</li> <li>• Komplexe Problemstellungen systematisch-strukturiert zu bearbeiten und im Prozess der Lösungsfindung abstrahierend, kreativ, innovativ und vernetzend zu denken.</li> <li>• Möglichkeiten zur gemeinsamen Diskussion mit Kommilitonen und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Arbeitskreises zu nutzen.</li> <li>• ihre Ergebnisse kritisch zu hinterfragen sowie zu beurteilen und Fortschritte zeitlich abzuschätzen.</li> <li>• Experimente unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften sorgfältig, sicher und gefahrlos in einem gegebenen Zeitfenster eigenständig durchzuführen.</li> <li>• Wissenschaftliche Methoden adäquat einzusetzen.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>sachgemäß Rechartechniken zu nutzen und sich fachgerechter und wissenschaftlicher Techniken beim Schreiben sowie Präsentieren ihrer Arbeit zu bedienen.</li> <li>Forschungsergebnisse kritisch darzustellen und kritisch zu würdigen.</li> <li>eine wissenschaftliche Arbeit selbständig zu verfassen.</li> <li>eigene wesentliche Ergebnisse in geeigneter Schriftform zusammenzufassen und im Seminar einem Fachpublikum vorzustellen und zu verteidigen.</li> <li>für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>das vorgegebene Thema im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen und zu diskutieren.</li> <li>nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis auf fortgeschrittenem Niveau selbstständig zu arbeiten.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Themen aus den Bereichen Analytical Chemistry, Chemical Physics and Computations, Industrial Chemistry, Materials for Life und Fundamental and Medicinal Chemistry and Natural Products.</li> <li>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Masterarbeit mit Kolloquium</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse auf dem Gebiet der Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> 60 Leistungspunkte</p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Theoretische oder experimentelle Arbeit</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Masterarbeit (75%) und Kolloquium (25%). Das Kolloquium umfasst den Vortrag über die Masterarbeit (Dauer: 20-25 Minuten) mit anschließender Diskussion und die gesamte Dauer des Kolloquiums beträgt 40-60 Minuten.</p>
6	<p><b>Literatur</b> Relevante Literatur wird von der/dem betreuenden Dozierenden bekannt gegeben sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.</p>

7	<p><b>Weitere Angaben</b> Neben der notwendigen zeitlichen Abschätzung wird insbesondere auf die Erfolgskontrolle während der Arbeit Wert gelegt.</p> <p><b>Dozierende:</b> Am Studiengang beteiligte Dozierende</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Am Studiengang beteiligte Dozierende</p>

**Masterstudiengang Chemie**

**Wahlpflichtmodule**

## Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie

<b>Modultitel</b> Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe u. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	100 h Präsenzzeit	80 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage (je nach Schwerpunktwahl eines der Ziele), <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Reaktortechnik zu verstehen</li> <li>• Erweiterte Techniken in der organischen Synthese anzuwenden</li> <li>• Festkörpern und Nanomaterialien zu analysieren und herzustellen</li> <li>• Fortgeschrittene Spektroskopische Methoden anzuwenden</li> <li>• Erweiterte anorganische Materialsynthesen durchzuführen</li> <li>• Chemische Dynamik zu berechnen</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  Das Modul dient dazu, externe Studierende des Chemie Master Studiengangs (Incomings) auf die Thematiken der lokalen Schwerpunkte vorzubereiten. Zu Beginn des Semesters werden die behandelten Thematiken mit den Dozierenden abgeklärt. In dem Modul werden weiterführende Kernkompetenzen in einem Teilgebiet der Chemie (je nach Wahl des Studierenden anorganische, organische, physikalische oder technische Chemie) aus der Praxis vermittelt. Die Thematiken sind dabei entsprechend an den Bedürfnissen der Studierenden angepasst. Dabei werden Labortechniken in der entsprechenden Disziplin erst theoretisch vermittelt und dann vertiefend im Laboratorium angewendet.  Spezifische Inhalte des Moduls sind je nach Schwerpunktwahl u.a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Eigenschafts-Korrelation in Festkörpern und Nanomaterialien</li> <li>• Fortgeschrittene spektroskopische Methoden</li> <li>• Fortgeschrittene organische Synthese</li> <li>• Upstream und Downstream Processing</li> <li>• Reaktor- und Zellkulturtechniken</li> <li>• Fortgeschrittene anorganische Materialsynthese</li> <li>• Anpassung von Materialeigenschaften durch Reaktionsparameter</li> <li>• Simulationen am Rechner</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Seminar zum Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie (2 SWS) Laborübung Laborübung zum Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie (5 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine <b>Laborübung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Seminar zum Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie (eigener Vortrag im Seminar) VbP (Laborübung) Laborübung zum Aufbaumodul für fortgeschrittene Chemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Keine
6	<b>Literatur</b> Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> S: Schaate, Frank, Jürjens, Stahl, unter Beteiligung aller Dozierenden des Studiengangs LÜ: Schaate, Frank, Jürjens, Stahl, unter Beteiligung aller Dozierenden des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Institut für Organische Chemie, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Schaate, Frank, Jürjens, Stahl

## Advanced Methods for Structure Analysis

Modultitel Advanced Methods for Structure Analysis		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der strukturellen Aufklärung von komplexen, nanokristallinen und/oder fehlgeordneten Materialien in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Eignung verschiedener Strukturaufklärungsmethoden für materialanalytische Fragestellungen zu beurteilen und Anwendungspotentiale erkennen zu können.</li> <li>• Röntgenpulverbeugung als Methode im Lichte der Strukturaufklärung zu erläutern.</li> <li>• speziell die dreidimensionale Elektronenbeugung als Methode zu erläutern.</li> <li>• prinzipiell fehlgeordnete Materialien zu modellieren und zu simulieren.</li> <li>• die Grundzüge für den Umgang mit dem Elektronenmikroskop hinsichtlich der Elektronenbeugung zu beschreiben.</li> <li>• mit spezialisierten Computerprogrammen zur Auswertung und Bestimmung strukturanalytischer Fragestellungen in Grundzügen umzugehen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auffrischung kristallographischer Grundlagen</li> <li>• Interferenz und Beugung am Kristall</li> <li>• Modellierung und Simulation</li> <li>• Typische Methoden zur Strukturaufklärung</li> <li>• Dreidimensionale Elektronenbeugung</li> <li>• Fehlordnung in Kristallstrukturen</li> </ul> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenpräparation PXRD und TEM</li> <li>• Messung von Röntgenpulverdiagrammen</li> <li>• Indizierung; eventuell Durchführung von qualitativen und quantitativen Phasenanalysen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung einer einfachen Kristallstrukturbestimmung</li> <li>• Transmissionselektronenmikroskop justieren</li> <li>• Erprobung unterschiedlicher Messmethoden</li> <li>• Datenrekonstruktion von Kippserien</li> <li>• Datenanalyse von Elektronenbeugungsdaten</li> <li>• Strukturlösung und Strukturverfeinerung</li> <li>• Dynamische Strukturverfeinerung</li> <li>• Datenanalyse/Dateninterpretation sowie Modellierung</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Advanced Methods for Structure Analysis (3 SWS) Laborübung Advanced Methods for Structural Analysis (3 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundkenntnisse in TEM; Grundkenntnisse in Kristallographie; Fortgeschrittene Kenntnisse in Festkörperchemie; Grundkenntnisse in EDV
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Advanced Methods for Structure Analysis
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Bohm, D. Klimm, M. Mühlberg: Einführung in die Kristallographie, ISBN-13: 978-3110460230</li> <li>• U. Müller: Anorganische Strukturchemie, ISBN-13: 978-3834806260</li> <li>• U. Müller: Symmetry Relationships Between Crystal Structures: Applications of Crystallographic Group Theory in Crystal Chemistry, ISBN-13: 978-0199669950</li> <li>• X. Zou, S. Hovmoller, P. Oleynikov: Electron Crystallography: Electron Microscopy and Electron Diffraction, ISBN: 978-0199580200</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  <b>Dozierende:</b> Krysiak, Schaate, Siroky
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie <a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Krysiak

Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch 50%/Englisch 50%
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Industrial Chemistry.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in Industrial Chemistry zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• das Zusammenspiel von Ökonomie und Ökologie, von Rohstoff- und Energiepreisen und deren Verfügbarkeit im Kontext von moderne industrielle Chemie zu bewerten.</li> <li>• internationale Arbeitsteilung in F&amp;E contra De-Risking zu beurteilen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken anzuwenden.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> Behandelt werden folgende industrielle Materialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heterogene Katalysatoren (heterogene contra homogene molekulare oder enzymatische Katalysatoren, wer macht das Rennen?)</li> <li>• Nanoporöse Adsorbentien (Zeolithe, COFs, MOFs, Carbons, MCMs – wer schafft den Sprung in die Industrialisierung?)</li> <li>• Gastrennmembranen (Organische Polymere gegen Anorganische, Hohlfasern contra Spiral Wound, geträgerte Membranen contra Self-Supporting))</li> <li>• Energiespeicher- u. -wandlungsmaterialien (Batterien, Si und Farbstoff- sowie Perowskit-Solarzelle, Redox-Speicher)</li> </ul> <p>Gegenwärtige Trends dieser Industriematerialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung in silico durch KI</li> <li>• High-Throughput Experimentation</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomimetische Prinzipien</li> <li>• Nanostrukturierung</li> <li>• Hierarchische Strukturierung</li> <li>• Compositmaterialien/Verbundstoffe</li> </ul> <p>Gesellschaftliche Rahmenbedingungen, welche die Chemieindustrie festlegen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabile und kostengünstige Rohstoffversorgung (Öl, Gas, Nachwachsende Bio)</li> <li>• Stabile und kostengünstige Energieversorgung (Elektro, Kern, Erneuerbare)</li> <li>• Umweltgesetze (Green Deal, REACH und die Chemieindustrie, Fracking)</li> </ul> <p>Fallbeispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung einer Buten (1)-selektiven Zeolithmembran mit BASF</li> <li>• Entwicklung einer Olefin-selektiven Hohlfaser-Compositmembran mit Evonik</li> <li>• Entwicklung einer Sauerstoff-selektiven Hohlfasermembran mit Thyssen-Krupp</li> <li>• Entwicklung eines Membranreaktors für die Methanolsynthese aus CO<sub>2</sub> mit Shell</li> <li>• Entwicklung eines Membranreaktors für die Methylcarbonat-Synthese aus CO<sub>2</sub> mit Johnson Matthey</li> <li>• Entwicklung Transport-optimierter Blei-Elektroden im Blei-Akku mit Johnson Controls</li> <li>• Entwicklung Wasserstoff-selektiver Carbonmembranen mit Fraunhofer und Bayer</li> <li>• Entwicklung eines Membranreaktors für die Veresterung mit Schering (Bayer)</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu</li> <li>• Schwerpunkt ist, welche neuen Produkte oder Verfahren sind kürzlich eingeführt worden?</li> <li>• Frage: (i) Bestand ein gesellschaftliches Bedürfnis und setzte daraufhin zielgerichtet eine F&amp;E ein oder (ii) führte ein unerwarteter Durchbruch in der Forschung zum neuen Produkt/Verfahren?</li> <li>• Rolle der universitären und außeruniversitären Forschung im Zusammenspiel mit der industriellen Forschung</li> <li>• Petrochemische contra Bioraffinerie contra Wasserstoff-Raffinerie</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry (2 SWS)</p> <p>Seminar Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> Präsentation Aktuelle Aspekte in Industrial Chemistry (eigener Vortrag im Seminar als Diskussionsgrundlage)</p>

	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion)
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Produkte und Verfahren: CHEManager</li> <li>• Monatliche Ausgabe von Chemie Ingenieur Technik</li> <li>• Infomaterial von Verband der Chemischen Industrie VCI</li> <li>• Positionspapiere von Cefic (European Chemical Industry Council)</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: Caro
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Caro

## Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese

<b>Modultitel</b> Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe oder SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Synthesemethoden der Organischen Chemie und deren Anwendung im Kontext der Synthese komplexer Moleküle.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in der Organischen Chemie zu mitzuvollziehen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen.</li> <li>• wissenschaftliche Informationen strukturiert aufzubereiten und in experimentelle Handlungen zu übersetzen.</li> <li>• wissenschaftliche Informationen in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung vermittelt zunächst ein vertieftes Verständnis der Reaktivität stöchiometrischer Organometallverbindungen und ihres Einsatzes in der Synthese komplexer, polyfunktioneller organischer Verbindungen. Dabei werden insbesondere Organolithium-, Organomagnesium-, Organokupfer- und Organozinkverbindungen besprochen und ein dezidiertes Verständnis von Reaktivitätsunterschieden und daraus resultierender strategischer und selektiver Reaktionsplanung vermittelt.</li> <li>• Der Zweite Teil der Vorlesung vermittelt vertiefte Kenntnisse in der katalytischen Organometallchemie, insbesondere der Palladiumkatalyse, den Metathesereaktionen, der C-H-Funktionalisierung sowie der Photoredoxkatalyse. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf dem Antizipieren möglicher Nebenreaktionen und problematischer Retrosyntheschnitte sowie dem Kennenlernen angepasster Katalysatorsystem und Additive.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schließlich wird ein einem letzten Teil die Organokatalyse im Hinblick auf enantioselektive Reaktionsführung besprochen sowie ihre Anwendung in der Natur- und Wirkstoffsynthese gezeigt.</li> <li>Die Vorlesung bildet dabei in den genannten Bereichen auch aktuellste Entwicklungen ab und wird laufend daran angepasst.</li> </ul> <p><b>Theoretische Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Vorlesung.</li> <li>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese (2 SWS) Theoretische Übung Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Aktuelle Entwicklungen in der Organischen Synthese</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben. In der Regel aber Primärliteratur aus internationalen Journalen.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Vorlesung: Heretsch, Cordes Übung: Heretsch, Cordes</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Heretsch, Cordes</p>

## Analysis at the Nanoscale

Modultitel Analysis at the Nanoscale		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	70 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der umfassenden Analyse von nanoskaligen Materialien hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Struktur (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sich schnell in bisher unbekannte Themen einzuarbeiten und selbstständig Informationen zu einem klar umrissenen Thema zu sammeln und zusammenzustellen.</li> <li>eine Strategie zu entwickeln, wie ein unbekanntes Nanomaterial umfassend analysiert werden kann.</li> <li>geeignete analytische Techniken zur Charakterisierung von Nanomaterialien anzuwenden.</li> <li>experimentelle Ergebnisse zu interpretieren, zu erklären und mit dem theoretischen Hintergrund zu verknüpfen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> Anforderungen an die Analytik. Analyse der Zusammensetzung von Materialien. Techniken der Oberflächenanalyse. Kolloid-Analyse. Besondere Themen sind z.B.: Röntgenmethoden, Streuung und Beugung (PXRD, SAXS), Absorption (XPS, XANES, EXAFS); Festkörper-NMR. Elektronen-Methoden: TEM, Kryo, Holographie, EELS, SEM, LEED, Tunnelmikroskopie (STM). Impedanzspektroskopie. Messung der mechanischen Eigenschaften. Ellipsometrie. Analytische Ultrazentrifugation, statische und dynamische Lichtstreuung, Feldflussfraktionierung, Partikelverfolgungsmikroskopie, Taylor-Dispersion, Licht- und Elektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, schnelle UV-VIS-Spektroskopie, globaler Vergleich und Überblick über die Analyseergebnisse der verschiedenen Techniken.</p> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden bereiten Präsentationen auf der Grundlage einer Veröffentlichung vor, in der eine Analysemethode verwendet wurde, die nicht in der Vorlesung behandelt wurde.</li> <li>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Analysis at the Nanoscale (3 SWS) Seminar Analysis at the Nanoscale (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Module Progress in Inorganic Chemistry Module Functional Materials
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Analysis at the Nanoscale (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> Meyer, Janiak, Gudat, Alsfasser, Riedel. Moderne Anorganische Chemie. 2012 Müller, Anorganische Strukturchemie, 2008 Cox, The Electronic Structure And Chemistry Of Solids, 1987 Elschenbroich, Organometallchemie, 2008 Klapötke, Tornieporth-Oetting. Nichtmetallchemie.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Polarz, N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Polarz

## Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie

<b>Modultitel</b> Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahl
Leistungspunkte 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses im Bereich Kernspinresonanzspektroskopie (NMR) über aktuelle Methoden zur Untersuchung von Materialien und Wirkstoffen im Festkörper und in Lösung.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weiterführende NMR-Experimente anzuwenden.</li> <li>• den Nutzen komplementärer Methoden in forschungsrelevanten Themen einzuschätzen.</li> <li>• dynamische Prozesse und Strukturen von Molekülen in Lösung zu analysieren.</li> <li>• den Nutzen von Festkörper-NMR-Experimenten bei spezifischen Fragestellungen zu beurteilen.</li> <li>• NMR-Spektroskopie für Polymere &amp; Heterokerne anzuwenden.</li> <li>• auf Basis von aktuellen wissenschaftlichen Publikationen und Fachliteratur Anwendungen der NMR-Spektroskopie selbstständig herauszuarbeiten, zu strukturieren und diese in einem Kurzvortrag vorzustellen.</li> <li>• ein vorher unbekanntes Thema aus der Literatur auszuwählen, sich in dieses Thema einzuarbeiten und es in geeigneter Form in einem Vortrag zu präsentieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung/Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Festkörper NMR-Spektroskopie</li> <li>• Methoden der molekularen Strukturaufklärung, u.a. HETCOR, TOCSY</li> <li>• Grundlegende Methoden im Festkörper, u.a. Crosspolarization (CP), Magic-Angle Spinning, Heterokernmessungen</li> <li>• Auswertung von NMR-Spektren und speziellen Fragestellungen mittels gängiger Analysesoftware</li> <li>• Stand der aktuellen Forschung im Bereich der Magnetresonanz</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Recherche- und Präsentationstechniken.</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie (3 SWS) Seminar Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Kernspinresonanzspektroskopie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Anwendungen der Anwendungen der Kernspinresonanzspektroskopie (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten
6	<b>Literatur</b> James Keeler Understanding NMR spectroscopy, ISBN: 978-0-470-74609-7 Malcom Levitt, Spin Dynamics – Basics of Nuclear Magnetic Resonance, ISBN: 0-471-48922-0 J. Cavanagh N. Skelton, W. Fairbrother, A. Palmer III, M. Rance, Protein NMR, Spectroscopy - Principles and Practice, Academic Press, ISBN 978-0-121-64491-8 Günther, Harald; NMR-Spektroskopie, 1983, Thieme, ISBN: 3-13-487502-0 David C. Apperley, Robin K. Harris, Paul Hodgkinson, Solid State NMR: Basic Principles & Practice Solid State NMR, ISBN: 978-1606503508
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Droste
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Droste

## Biologische Chemie: Nucleinsäuren und Peptide

<b>Modultitel</b> Biologische Chemie: Nucleinsäuren und Peptide		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlfach
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2./3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Anwendung grundlegender Kenntnisse des Aufbaus, der Funktionsweise, der Herstellung und der Analyse von Nucleinsäuren und Peptiden.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Biosynthese und chemische Synthese der Bausteine für Nucleinsäuren und Peptide zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• die chemischen und biologischen Prozesse vom Gen zum Protein zu beschreiben und anzuwenden.</li> <li>• Methoden zur Aufreinigung und Analyse von Nucleinsäuren und Proteinen zu erklären und zu bewerten und auf Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>• Klonierungsstrategien eigenständig zu entwickeln.</li> </ul>	

2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Nukleotiden, DNA, RNA, Aminosäuren, Peptiden, Proteinen</li> <li>• Biosynthese und chemische Synthese von Nukleotiden und Aminosäuren</li> <li>• DNA-Synthese (Replikation, Phosphoramidit-Synthese, Polymerase-Ketten-Reaktion)</li> <li>• RNA-Synthese</li> <li>• Enzyme: DNA-Ligase, Restriktionsenzyme, Phosphatasen, Nukleasen, Polymerasen, ...</li> <li>• DNA-Modifikationen und Epigenetik</li> <li>• Peptidsynthese (Festphasensynthese)</li> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Gel-Elektrophorese von Nukleinsäuren und Proteinen</li> <li>• Aufreinigungsmethoden für Nukleinsäuren und Proteine</li> <li>• DNA- und Protein-Sequenzierungsmethoden</li> </ul> <p><b>Theoretische Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen der Vorlesung.</li> <li>• Anleitung zur Entwicklung von Strategien zur Aufreinigung und Analyse spezifischer Nukleinsäuren und Proteine.</li> <li>• Anleitung zur Entwicklung von Klonierungsstrategien.</li> <li>• Erweiterung des analytischen und konzeptionellen Denkens.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Biologische Chemie: Nukleinsäuren und Peptide (2 SWS) Theoretische Übung Biologische Chemie: Nukleinsäuren und Peptide (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> keine</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>J.M. Berg, J.L. Tymoczko, G.J. Gatto jr., L. Stryer Biochemie, 8. Auflage, Spektrum Verlag, ISBN 978-3-662-54619-2 Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Gerke</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a></p>

9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Gerke
---	--

## Chemische Biologie

Modultitel Chemische Biologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Chemischen Biologie in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente zur Findung des Wirkmechanismus von Molekülen zu entwerfen.</li> <li>• Zellbiologische Fragestellungen mithilfe niedermolekularer Sonden, d.h. Molekülen mit definierter Funktion, zu adressieren.</li> <li>• Angriffspunkte (Targets) von Wirkstoffen systemorientiert zu bewerten.</li> <li>• Kleine Moleküle und Proteine mit spezifischen Funktionen für therapeutische Zwecke zu entwerfen.</li> <li>• die Aussagekraft und Grenzen chemisch-biologischer Experimente kritisch zu hinterfragen.</li> <li>• Das Zusammenspiels von zweckfreier Grundlagenforschung und daraus entstehenden (nützlichen) Anwendungen zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung / Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioorthogonale Chemie</li> <li>• Targetfindung durch Pulldown-Experimente</li> <li>• Targetfindung durch Korrelationsverfahren</li> <li>• Moleküle und ihre systemweite Wirkung</li> <li>• Molekulares Imaging</li> <li>• Chemische, biochemische und genetische Modifikation von Proteinen</li> <li>• Multifunktionelle Wirkstoff-Konjugate (PROTACs, ADCs, Sonden)</li> <li>• Modulation von RNA und DNA als zelluläre Targets</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Chemische Biologie (2 SWS) Theoretische Übung Chemische Biologie (2 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie; erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung Medizinische Chemie I
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Chemische Biologie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> [1] Chemical Biology, Learning through Case Studies. Waldmann, Herbert / Janning, Petra (Herausgeber), Wiley-VCH, ISBN: 978-3-527-32330-2 [2] Advanced Chemical Biology. Chemical Dissection and Reprogramming of Biological Systems. Hang, Howard C. / Pratt, Matthew R. / Prescher, Jennifer A. (Herausgeber). Wiley-VCH, ISBN: 978-3-527-34733-9  Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen, v.a.: S. Ziegler, V. Pries, C. Hedberg, H. Waldmann, Angew. Chem. 2013, 125, 2808 – 2859
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Brönstrup, Heimann, Vetter
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Brönstrup

## Computational Materials Science: Optical Materials

Modultitel Computational Materials Science: Optical Materials		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie, M.Sc. Optische Technologien		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Computational Materials Science von Optischen Materialien (für Fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Konzepte und Grundbegriffe der Computational Materials Science</li> <li>• Theoretische Grundlagen der Optischen Materialien</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung in Konzepte der Computational Materials Science</li> <li>• Kritisches Lesen englischer Primärliteratur (Fachjournalartikel).</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Computational Materials Science: Optical Materials (2 SWS) Seminar Computational Materials Science: Optical Materials (2 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Solide Grundkenntnisse in Anorganischer und Physikalischer Chemie	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	

	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)
6	<b>Literatur</b> Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Bande
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Bande

Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy

<b>Modultitel</b> Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der computerchemischen Berechnung spektroskopischer Eigenschaften molekularer Systeme sowie praktischer Fertigkeiten in der Berechnung spektroskopischer Eigenschaften mit quantenchemischen Programmen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die grundlegenden Näherungen in den quantenchemischen Modellen zur Berechnung von Spektren zu benennen.</li> <li>• Algorithmen der Quantenchemie nachzuvollziehen und zu adaptieren.</li> <li>• Eigene, kleine quantenchemische Projekte zu konzipieren, durchzuführen und analysieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung / Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der quantenmechanischen Grundlagen</li> <li>• Born-Oppenheimer Näherungen</li> <li>• Grundlagen der Elektronenstrukturtheorie</li> <li>• Dichtematrizen</li> <li>• Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Spektroskopische Eigenschaften und Resonanztheorie</li> <li>• Einbettungs- und Fragmentierungsmethoden</li> </ul> <p><b>Experimentelle Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von quantenchemischer Software</li> <li>• Berechnung der Energie unterschiedlicher Punkte auf der Potenzialhyperfläche</li> <li>• Berechnung optischer Spektren</li> <li>• Fallstricke in quantenchemischen Rechnungen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenchemische Algorithmen, numerische Methoden</li> <li>• Umgang mit Rechenclustern</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy (2 SWS) Theoretische Übung Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy (1 SWS) Experimentelle Übung Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy (3 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundlegende Kenntnisse der Mathematik (insbesondere Analysis, Algebra, Eigenwertprobleme) Grundlagen der Quantenmechanik (inkl. Quantenmechanische Beschreibung eines Atoms) Grundlegende Programmierkenntnisse (z.B. Python, kann nachgeholt werden)
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Experimentelle Übung) Computational Quantum Chemistry and Spectroscopy <b>Prüfungsleistungen:</b> VbP (PR, Präsentation)
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G.C. Schatz, M.A. Ratner, Quantum Mechanics in Chemistry</li> <li>• Parr, Yang, Density-Functional Theory of Atomes and Molecules</li> <li>• Szabo, Ostlund, Modern Quantum Chemistry</li> <li>• Jensen, Introduction to Computational Chemistry</li> <li>• Reviewartikel und Einzelpublikationen nach Angabe der Dozierenden</li> <li>• Vorlesungs- und Praktikumsskripte der Dozierenden</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Bei Interesse an diesem Modul melden Sie sich bitte unter <a href="mailto:carolin.koenig@pci.uni-hannover.de">carolin.koenig@pci.uni-hannover.de</a> damit wir die Abläufe planen können. <b>Dozenten:</b> König
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> König

## Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik

<b>Modultitel</b> Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
Kompetenzbereich kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Quantenchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Differenzialgleichungen umzugehen und die Quantentheorie mit solchen Gleichungen zu beschreiben.</li> <li>• einen Satz von Gleichungen in ein Computerprogramm umzusetzen.</li> <li>• im Rahmen quantenmechanischer Näherungsverfahren Energieausdrücke aufzustellen und daraus Bewegungsgleichungen abzuleiten.</li> <li>• quantenchemische Energieausdrücke aufzustellen und eine Funktionalvariation durchzuführen.</li> <li>• eine Beziehung zwischen Hartree-Fock- und Kohn-Sham-Theorie darzulegen.</li> <li>• klassische Newton-Dynamik in ihrer Anwendung auf die Kernbewegung aufzuzeigen.</li> <li>• quantenchemische Näherungen in ein Programm umzusetzen.</li> <li>• einen First-Principles-Moleküldynamik-Code, der Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik kombiniert, anzuwenden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> Funktionalvariation, Orbitaltheorie, Hartree-Fock-Gleichungen, Kohn-Sham-Gleichungen, Dichtefunktionale, Bewegung auf Potentialhyperflächen, klassische Moleküldynamik, First-Principles-Moleküldynamik, periodische Randbedingungen, ebene Wellen, Anwendung u.a. auf Oberflächen, Festkörper und Lösungen.</p> <p><b>Theoretische Übung</b> Dateistruktur unter Linux, elementare Linux-Befehle, Programmstruktur unter Fortran, elementare Fortran-Befehle, Formelprogrammierung mit Fortran, Schreiben eines Hartree-Fock-Programms, Modifikation eines Hartree-Fock-Programms. Mathematische Methoden</p>	

	(Funktionalvariation).  <b>Laborübung</b> Erstellung von Inputs für einen gängigen First-Principles-Moleküldynamik-Code, Durchführung von Simulationen, Auswertung
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik (2 SWS) Theoretische Übung Dichtefunktionaltheorie und Moleküldynamik (1 SWS) Laborübung Quantenchemie am Rechner (3 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundkenntnisse in Mathematik und Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Quantenchemie am Rechner
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung</b> Skript zur Vorlesung Levine, Quantum Chemistry Parr u. Yang, Density Functional Theory for Atoms and Molecules Szabo u. Ostlund, Modern Quantum Chemistry Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods <b>Laborübung</b> Die Versuchsbeschreibungen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Frank
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="https://www.pci.uni-hannover.de/">https://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Frank

## Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern

<b>Modultitel</b> Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. oder 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses zu elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die mathematischen und physikalischen Grundlagen der Elektrodynamik in Medien zu erläutern.</li> <li>• elektrische, magnetische und optische Eigenschaften der makroskopischen Materie auf der Basis der elektronischen und geometrischen Struktur von molekularen Einheiten zu erläutern.</li> <li>• eigenständig Eigenschaften von Molekülen und Feststoffen mit Hilfe der Programmpakete SCM ADF und BAND zu berechnen und zu analysieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung/ Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundbegriffe und Methoden der Vektoranalysis</li> <li>• Die Maxwell'schen Feldgleichungen in differentieller und integraler Form</li> <li>• Wellengleichung in Vakuum und Materie</li> <li>• Grundlagen der Wellenoptik</li> <li>• Polarisierung und Dipoldichten</li> <li>• Langevin-Funktion</li> <li>• Polarisierbarkeitstensor und Suszeptibilitäten</li> <li>• Elektronische Übergänge und Störungstheorie</li> <li>• Elektronenkorrelation</li> <li>• Dielektrische Funktion</li> <li>• Magnetische Suszeptibilitäten</li> <li>• Optische Anisotropien</li> <li>• Optische Aktivität</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vektorpotential</li> </ul> <p><b>Laborübung</b> Mit Hilfe der Programmpakete SCM ADF und BAND werden für eine Reihe von Molekülen, Polymeren und Festkörpern magnetische, elektrische und optische Eigenschaften berechnet deren theoretische Grundlagen in der Vorlesung erarbeitet wurden.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern (2 SWS) Theoretische Übung Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern (1 SWS) Laborübung (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Molekülen und Festkörpern am Rechner</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> VbP (AA, Ausarbeitung)</p>
6	<p><b>Literatur</b> P. Atkins, R. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press, Oxford E. Hecht, A. Zajac, Optics, DA, New York C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley, New York</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Becker</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Becker</p>

## Elektrochemie für Fortgeschrittene

Modultitel Elektrochemie für Fortgeschrittene		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses zur Elektrochemie (für fortgeschrittene Masterstudierende) basierend auf quantenchemischen und thermodynamischen Grundlagen. Insbesondere werden alle Themen mit Quantenchemischen Rechnungen (DFT, Programmpaket ADF, BAND) vertieft. Anwendungen im Bereich der aktuellen Batterie- und Elektrolyseforschung werden im Seminar behandelt.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die chemischen und physikalischen Grundlagen der Elektrochemie in Lösung und Festkörpern zu erläutern</li> <li>• quantenchemische Modellierungen und Vorausberechnungen zu erläutern und anzuwenden (ADF, BAND)</li> <li>• elektrochemische Prozesse im Hinblick auf Synthesen und Energiespeicherung zu erklären.</li> <li>• eigenständig elektrochemische Problemstellungen auch in Bezug auf die Anwendung formulieren und Lösungsvorschläge erarbeiten zu können auch mit Hilfe der quantenchemischen Programme.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroden auf quantenchemischer Basis (BAND)</li> <li>• Elektrodendynamik (BAND, ADF)</li> <li>• Spektro-Elektrochemie (Radikalberechnungen, ADF)</li> <li>• Einzelschrittreaktionen</li> <li>• Mehrschrittreaktionen</li> <li>• Elektrische Doppelschichten</li> <li>• Elektrokapillarität</li> <li>• Elektrochemische Abscheidung</li> <li>• Elektrochemische Nanotechnologie (BAND, ADF)</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrokatalyse (BAND)</li> <li>• Energieumwandlung und Speicherung</li> <li>• Batterietypen</li> <li>• Festkörperelektrochemie (BAND)</li> <li>• Energiekonversion und -speicherung</li> </ul> <p><b>Übung</b> In einer physikalisch-chemischen Übung werden quantenchemische Lösungen bearbeitet und am Computer errechnet.</p> <p><b>Seminar</b> Aktuelle Forschungsthemen aus den Bereichen Batterien, Elektrolyte und Elektrokatalyse.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Elektrochemie für Fortgeschrittene (2 SWS) Theoretische Übung Elektrochemie für Fortgeschrittene (1 SWS) Seminar Aktuelle elektrochemische Forschung (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> VbP (AA, Ausarbeitung)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Electrochemistry, Carl H. Hamann Andrew Hamnett, Wolf Vielstich , Wiley-VCH; 2<sup>nd</sup> edition (2007) Modern Electrochemistry, J. Bockris, A. Reddy, Plenum, New York Molecular Quantum Mechanics, P. Atkins, R. Friedmann, OUP, Oxford Batteries: Present and Future Energy Storage Challenges, Stefano Passerini (ed.), Wiley-VCH; 1<sup>st</sup> edition (2020) Interfacial Electrochemistry, Wolfgang Schmickler, Elizabeth Santos, Springer; 2<sup>nd</sup> edition (2010) Physical Electrochemistry: Fundamentals, Techniques and Applications Paperback, Noam Eliaz (Autor), Eliezer Gileadi, Wiley-VCH; 2<sup>nd</sup> edition (2018) Solid State Electrochemistry I and II: Fundamentals, Materials and their Applications, Vladislav V. Kharton, Wiley-VCH; 1<sup>st</sup> edition (2009)</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Becker</p>

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Becker

## Elektronenmikroskopie

<b>Modultitel</b> Elektronenmikroskopie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Elektronenmikroskopie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise verschiedener elektronenmikroskopischer Methoden zur mikrostrukturellen und mikrochemischen Charakterisierung von Festkörpern und moderner Materialien zu beschreiben.</li> <li>• die Eignung verschiedener elektronenmikroskopischer Methoden für spezifische materialanalytische Fragestellungen zu beurteilen und Anwendungspotenziale zu beurteilen.</li> <li>• kombinierte Analysen im Ortsraum (Abbildung) und reziproken Raum (Elektronenbeugung) zu beschreiben.</li> <li>• lokale Elementanalytik zu beschreiben.</li> <li>• unterschiedliche elektronenmikroskopische Kontrastverfahren zu erläutern und Analyseergebnisse zu interpretieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse wissenschaftlich angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: de-Broglie-Wellenlänge, Lorentzkraft, Elektronenquellen, Elektronenlinsen, Aberrationen</li> <li>• Rasterelektronenmikroskop (REM): Strahlengänge, Stigmatoren, Deflektoren, Wechselwirkung von Elektronenstrahl mit Materie, Sekundärelektronenemission, Rückstreuелеktronenemission, Augerelektronenemission, Röntgenemission, Elektronendetektoren, In-Lens-Detektion</li> <li>• Fokussierte Ionenstrahltechniken (FIB), Flüssigmetall-Ionenquellen, Feldionenmikroskop, Heliumionenmikroskopie</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissionselektronenmikroskop (TEM): Historie, Virologie, Linsen in Wellenoptik, 2-stufiges TEM, 3-stufiges TEM, Strahlengänge für Abbildung und Beugung, Auflösungsvermögen, Fourier-Optik, Beugungsabsorptionskontrast,</li> <li>• hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM): Phasenkontrast, Phasen-Amplitudendiagramme, <math>\lambda/4</math>-Phasenplättchen, Phasenkontrasttransferfunktion (PCTF), Punktauflösung, Kontrastsimulationen (Multislice- und Blochwellen-Methoden), Delokalisierung, Fokussierenrekonstruktion, Aberrationskorrektur (<math>C_s</math> und <math>C_c</math>)</li> <li>• Feinbereichselektronenbeugung (SAED): Zonenachsenbestimmung, Orientierungsbeziehungen, kinematische Näherung, Analogien und Unterschiede zwischen Elektronen- und Röntgenbeugung</li> <li>• konvergente Elektronenbeugung (CBED): dynamische Beugungstheorie, Kikuchi-Linien, Symmetrien, Raumgruppenbestimmung</li> <li>• Rastertransmissionselektronenmikroskopie (STEM): Z-Kontrast, Kleinwinkeldunkelfeldkontrast (LAADF), Weitwinkeldunkelfeldkontrast (HAADF), Detektion leichter Elemente wie H oder Li</li> <li>• Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS): kantennahe Feinstrukturen (ELNES), Elementanalytik, Bindungsanalytik</li> <li>• energiegefilterte Transmissionselektronenmikroskopie (EFTEM): Elementkartierungen, Bindungskartierungen</li> <li>• energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDXS): Röntgenspektren, Elementanalytik, Detektorkonzepte</li> <li>• praktische Aspekte: Probenpräparationsmethoden, Bildaufnahmemedien, Untersuchung strahlempfindlicher Proben (Minimum Dose Exposure)</li> </ul> <p><b>Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der elektronenoptischen Abbildung</li> <li>• Prinzipien der Elektronenbeugung</li> <li>• Prinzipien der Elementanalytik</li> <li>• quantitative Auswertung von Elektronenbeugungsdiagrammen</li> <li>• quantitative Auswertung von Phasenkontrastaufnahmen</li> <li>• Kontrastsimulationen (Multislice- und Blochenwellen-Methoden)</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Elektronenmikroskopie (2 SWS) Theoretische Übung Elektronenmikroskopie (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Grundkenntnisse in EDV; Grundkenntnisse in Quantenmechanik</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>Studienleistungen: keine</p>

	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> R. Brydson, Aberration-corrected analytical transmission electron microscopy, Wiley (2011) J.I. Goldstein, Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, 3. ed., Kluwer Acad./Plenum Publ., New York (2003) L. Reimer, Scanning electron microscopy : physics of image formation and microanalysis, 2. ed., Springer, Berlin (1998) D. Shindo, T. Oikawa, Analytical electron microscopy for materials science, Springer (2002) D. Shindo, K. Hiraga, High-resolution electron microscopy for materials science, Springer (2002) N. Tanaka, Scanning transmission electron microscopy of nanomaterials, Imperial College Press (2015) Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Feldhoff
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Feldhoff

## Elements of Life

<b>Modultitel</b> Elements of Life		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	120 h Präsenzzeit	60 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der chemischen Elemente des Lebens in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden erwerben im Rahmen der Veranstaltung die grundsätzlichen Theorien zur Entstehung des Lebens mit besonderem Fokus auf anorganisch-chemische und geochemische Aspekte gefolgt von frühen Formen von Metabolismen: Schwefel-, Stickstoff- und Kohlenstofffixierung sowie der Rolle von geochemisch verfügbaren Metallen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Entstehung der Erde und ihre chemische Zusammensetzung in den frühen Phasen, vor allem mit Blick auf die Elemente H, C, N, O, H, S und den relevanten Metallen darzulegen</li> <li>• Theorien zu den (geo)chemischen Rahmenbedingungen, die für das Leben auf der Erde notwendig sind/waren zu erörtern.</li> <li>• Theorien und experimentelle Modelle zu präbiotische Chemie zu beurteilen.</li> <li>• die RNA-Welt Theorie, Metabolimus „first“ Theorien und anderen Theorien wie die Thioester- und Lipid- Theorie mitzuvollziehen.</li> <li>• Schwierigkeiten der Zeit von präbiotischer Welt zu dem ersten gemeinsamen lebensähnlichen Vorläufer moderner Zellen (LUCA) zu beschreiben.</li> <li>• einfache metabolische und frühe biosynthetische Netzwerken inklusive der Rolle von Coenzymen zu erörtern.</li> <li>• Theorien zur Entstehung des genetischen Codes darzulegen.</li> <li>• wichtige Themen und Sachverhalte der anorganischen, organischen und biologischen Chemie zum Thema „Elemente des Lebens“ fachgemäß schriftlich und verbal darzustellen.</li> <li>• die drei naturwissenschaftlichen Disziplinen Chemie, Biochemie und Geochemie in einem größeren und allgemeineren Rahmen zu verknüpfen.</li> <li>• den Kontext, damit aus der unbelebten frühen Erde erste Formen von Leben auf der Erde erschienen sein können, zu beschreiben.</li> </ul>	

2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung des Universums – ein chemischer Blick auf wichtige Elemente des Lebens</li> <li>• Entstehung unseres Planetensystems– ein chemischer Blick auf wichtige Elemente des Lebens; die chemische „Beladung“ von Meteoriten</li> <li>• Orte auf der frühen Erde, relevant für eine präbiotische Chemie von H, C, N, S, P und Metallen</li> <li>• Wie wird das Alter von geologischen Prozessen heutzutage bestimmt? Die Rolle von Isotopen-Verteilungen in geologischen Proben.</li> <li>• Theorien: Miller´sches Experiment, Wächtershäuser´s und Eisen-Schwefel Welt, HCN-Oligomerisierungen, Sutherland´s und Carrell´s Nukleotid-Synthesen.</li> <li>• Präbiotische Synthesen von Aminosäuren, Peptide, Lipide und andere organische Moleküle.</li> <li>• RNA-Welt Theorie, Metabolismus „first“ Theorie, Thioester „first“ -Theorie, Lipid-„first“ Theorie u.a.</li> <li>• Metalle, Coenzyme und Co-Faktoren vor der Entstehung des Lebens.</li> <li>• Wann kam der Phosphor ins Spiel?</li> <li>• Frühe Metabolismen I: C1-Fixierung, S-Fixierung, N-Fixierung, Hydrogenasen: Eisenschwefel-Cluster</li> <li>• Frühe Metabolismen II: Zitronensäurezyklus und frühere Varianten (rTCA-Zyklus, unvollständiger Hufeisen-TCA-Zyklus)</li> <li>• Analyse moderner Biosynthesewege mit Blick auf ihre Relevanz für den Ursprung des Lebens: Aminosäure-Biosynthesen, Coenzym-Biosynthesen</li> <li>• Die Entstehung des genetischen Codes</li> <li>• Zusammenfassung – was wissen wir wirklich und Spekulationen, ob die Regeln der chemischen Reaktivitäten auch andere Formen der Selbstreplikation zugelassen haben können?</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <p>Studierende bereiten ein Seminarthema zu „Elements of Life“ vor und präsentieren das Thema im Rahmen eines Vortrags. Die Themen werden zu Beginn des Semesters vergeben. Die Studierenden erhalten ein breites Verständnis für die chemischen, wie auch bio- und geochemischen Prozesse.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Elements of Life (3 SWS) Seminar Elements of Life (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Grundlagen in anorganischer und organischer Chemie und Grundlagen zu Biosynthesen und Metabolismus</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: bestandene Klausur</b></p>

	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Elements of Life (eigener Vortrag im Seminar)</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The origin and nature of Life on earth, E. Smith, H. J. Morowitz, Cambridge University Press, ISBN 978-1-107-12188-1.</li> <li>• Coenzymes and their role in the evolution of Life, Angew. Chem. Int Ed. 2021, 60, 6242–6269.</li> <li>• The coenzyme/protein pair: A neglected "chicken and egg" problem with significance for the origin of life, Nat. Prod. Rep. 2021, 38, 993 – 1010.</li> <li>• On the evolutionary history of the twenty encoded amino acids, Chem. Eur. J. 2022. e202201419</li> </ul>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Kirschning</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Kirschning</p>

### Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen

<b>Modultitel</b> Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Entstehung von Festkörpern aus ihren gelösten Bestandteilen. Dies ist ein fundamentaler Schritt, in dem sich erste Struktur sowie Morphologie entwickeln. Deshalb ist das Verständnis der atomaren/molekularen Mechanismen der zugrundeliegenden Prozesse u.a. für die Realisierung zielgerichteter Material-Synthesen unbedingt erforderlich. Ziel des Moduls ist die Vermittlung eines erweiterten Verständnisses verschiedener Nukleations-, Wachstums- und Kristallisationstheorien, ihrer Anwendung, sowie der Methoden ihrer experimentellen Analyse. Der Fokus liegt hierbei auf wässrigen Systemen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls „Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen“ wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen hinsichtlich der verschiedenen, existierenden Theorien einzuordnen und deren jeweilige Vorhersage- und Erklärungskraft auszunutzen.</li> <li>• zu erläutern, welche Stellschrauben –von der Verwendung von Additiven bis zur Rolle relevanter physikalisch-chemischer Parameter– zur Beeinflussung der Festkörperbildung existieren.</li> <li>• die Grenzen der verschiedenen Theorien zu erfassen und jeweils offene Fragen zu identifizieren.</li> <li>• eigene wissenschaftliche Ideen im Bereich der Erforschung der Festkörperbildung zu entwickeln.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Konzepte und Grundbegriffe</li> <li>• Theoretische Grundlagen der Nukleation: Klassische Nukleationstheorie, „2-step Nucleation“, Pränukleationscluster-Weg</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeiten und Parameter zur Beeinflussung von Nukleationsprozessen im Rahmen der besprochenen Theorien: Heterogene und Additiv-kontrollierte Nukleation</li> <li>• spezielle Analytik der Frühphasen der Festkörperbildung</li> <li>• Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme: Beispiele von Nukleationsmechanismen</li> <li>• Theoretische Grundlagen des Kristallwachstums: Klassische und nicht-klassische Kristallisation, „Oriented Attachment“, Additiv-kontrollierte Kristallisation, Mesokristalle, klassische und nicht-klassische Morphosynthese</li> <li>• Bildung von Gläsern und Gelen</li> <li>• Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme: Beispiele von Kristallisationsmechanismen</li> <li>• Industrielle Anwendungen: Einkristallzucht, Massenkristallisation, Partikelsynthese</li> <li>• Methoden der Formgebung: dünne Filme und heterogene Konstrukte</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung und Analyse von Entwicklungen in der Forschung zur Festkörperbildung anhand aktueller aber auch klassischer Fachpublikationen.</li> <li>• Kritisches Lesen englischer Primärliteratur (Fachjournalartikel).</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen (2 SWS) Seminar Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Solide Grundkenntnisse in Anorganischer, Analytischer und Physikalischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>D. Kashchiev, Nucleation – Basic Theory with Applications, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000; ISBN 07506 4682 9 J. W. Mullin, Crystallization, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001; ISBN 9780750648332 H. Cölfen, M. Antonietti, Mesocrystals and Nonclassical Crystallization, Wiley, Chichester, 2008; ISBN 978-0-470-02981-7 A. E. S. Van Driessche, M. Kellermeier, L. G. Benning, D. Gebauer; Eds. New Perspectives on Mineral Nucleation and Growth, Springer, Cham, 2017; ISBN 978-3-319-45667-6 Weitere Literatur wird in der LV bekannt gegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozierende: Gebauer</p>

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Gebauer

## Fortgeschrittene Wirkstoffchemie

<b>Modultitel</b> Fortgeschrittene Wirkstoffchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung weiterführender Kenntnisse in der Wirkstoffchemie in Theorie und Praxis. Dabei werden spezifische Fachkenntnisse zu biologischen Target-Klassen und Indikationen vermittelt. Unterschiedliche Therapiekonzepte werden am Beispiel von Infektionserkrankungen diskutiert. Zudem werden Herz-Kreislauf-Medikamente und Psychopharmaka behandelt. Dabei werden Target-Klassen-spezifische Wirkmechanismen detailliert vorgestellt.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indikationsspezifische Therapiestrategien zu entwickeln.</li> <li>• Konzepte zur Optimierung von Leitstrukturen zu erörtern.</li> <li>• Pharmakokinetische Prinzipien zur Leitstrukturoptimierung anzuwenden.</li> <li>• Aktuelle Forschungsarbeiten in geeigneter Form zusammenzufassen und im Seminar einem Fachpublikum vorzustellen und zu verteidigen.</li> <li>• Vorgegebene Themen im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen und zu diskutieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotika</li> <li>• Virostatika</li> <li>• Parasitäre Erkrankungen</li> <li>• Herz-Kreislauf-Erkrankungen und deren Behandlung</li> <li>• Blut-Hirn-Schranke</li> <li>• Behandlung von ZNS Erkrankungen</li> <li>• GPCR's und Ionenkanäle als Drug-Targets</li> <li>• Fallbeispiele</li> </ul> <p><b>Übung</b></p> <p>Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen der behandelten Indikationen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Wirkstoff-Forschung anhand aktueller Probleme aus der medizinalchemischen Literatur.</p>	

	<b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden arbeiten Fallstudien aus aktuell zugelassenen Wirkstoffen aus und referieren deren Inhalt.</li> <li>Die Studierenden ordnen das Thema in einen größeren wissenschaftlichen Kontext ein und diskutieren es.</li> <li>Die Studierenden nutzen moderne Medien und Lehrmethoden zur Aneignung des Wissens.</li> <li>Anknüpfungen zu biomedizinischen Fragestellungen.</li> <li>Erweiterung analytischen Denkens.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Fortgeschrittene Wirkstoffchemie (2 SWS) Seminar Aktuelle Fallstudien aus der Wirkstoffchemie (1 SWS) Theoretische Übung Fortgeschrittene Wirkstoffchemie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Die Kenntnisse aus dem Modul Wirkstoffchemie sollten verinnerlicht sein
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Aktuelle Fallstudien aus der Wirkstoffchemie (eigener Vortrag im Seminar) <b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> E. Stevens Medicinal chemistry: the modern drug discovery process, Pearson, ISBN 978-0321892706 R.B. Silverman, M.W. Holladay The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, 3. Auflage, Academic Press, ISBN 978-0123820303 E. Mutschler Arzneimittelwirkungen, 11. Auflage, ISBN 978-3-8047-3663-4 Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> V: Plettenburg, Jürjens S: Plettenburg, Jürjens Ü: Plettenburg, Jürjens
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Plettenburg

## Functional Materials

<b>Modultitel</b> Functional Materials		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b>	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung von fortgeschrittenem Verständnis und vertieften Fähigkeiten, die den Zusammenhang zwischen der Reaktion von Materialien auf äußere Reize und der Umsetzung in wichtige Technologien adressieren (für fortgeschrittene Masterstudierende). Produkte der Materialchemie bilden die Grundlage für eine Vielzahl von Technologien, die entweder bereits im Alltag eingesetzt werden oder in Zukunft wichtig werden könnten. Wie ein Material auf einen äußeren Auslöser (physikalisch oder chemisch) reagiert, indem es eine bestimmte Funktionalität freisetzt, ist der Schlüssel für diese Anwendungen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich schnell in bisher unbekannte Themen einzuarbeiten.</li> <li>• selbstständig Informationen zu einem klar umrissenen Thema zu sammeln und zusammenzustellen.</li> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen wichtiger anorganischer Materialien zu erklären.</li> <li>• zu erläutern, inwiefern die Funktionsprinzipien chemischer Werkstoffe für die Optimierung der Eigenschaften dieser Werkstoffe und deren Einsatz in einer bestimmten Technologie eine Rolle spielen.</li> <li>• darzulegen, welche sekundären Prozesse nach der Einwirkung bestimmter Stimuli auf die Werkstoffe ablaufen und wie diese kontrolliert werden können.</li> <li>• nachzuvollziehen, welche Schritte von der Grundlagenforschung bis hin zur Fertigung unternommen werden müssen, um Materialien im industriellen Kontext einsetzen zu können.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b>  Molekulare Materialien: Molekulare Schalter, Amphiphile, Tenside, Assoziationskolloide, Selbstorganisation, Mizellen, Vesikel, Flüssigkristalle, thermotrope Phasen. Magnetische Materialien: Theorie des Magnetismus, Charakterisierung des magnetischen Verhaltens, Klassen magnetischer Materialien, Diamagnete, Paramagnete, Ferromagnete, Antiferromagnete,</p>	

	<p>Anwendungen magnetischer Materialien, Datenspeicherung, Spin-Ventile, verdünnte magnetische Halbleiter. Nanopartikel und Kolloide: Kolloidale Systeme, Oberflächenthermodynamik, Oberflächenspannung, DLVO-Theorie, Hamaker-Konstante, geladene Oberflächen, Struktur und elektronisches System von Oberflächen, Oberflächenanalyse, Synthese von Nanokristallen, Quantengrößeneffekt, plasmonische Effekte, Überstrukturen, kooperative Effekte, photonische Materialien, Metamaterialien. Poröse Materialien: Überblick, mikroporöse Feststoffe, Zeolithe, säulenförmige Tone, MOFs, COFs, Adsorptionsphänomene an äußeren und inneren Oberflächen, Physisorption, Chemisorption, mesoporöse Materialien, Methoden der Oberflächenmodifikation, makroporöse Materialien, Aerogele, anodisch geätzte Membranen, selbstreinigende Oberflächen. Nanomedizin: Theranostik; Arzneimittelabgabe.</p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden bereiten Präsentationen auf der Grundlage von zwei Veröffentlichungen vor. Eine Arbeit wurde vor zehn Jahren veröffentlicht und wird stark zitiert. Die Studierenden analysieren die Geschichte der Arbeit und diskutieren Argumente, warum die Arbeit so wichtig ist. Die Studierenden wählen eine zweite Arbeit aus, die vor einem Jahr veröffentlicht wurde, und sollen argumentieren, warum diese Arbeit in 10 Jahren der Ursprung eines neuen Forschungsgebiets sein könnte. Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Functional Materials (3 SWS) Seminar Breakthroughs in Functional Materials (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Modul Progress in Inorganic Chemistry</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Breakthroughs in Functional Materials (eigener Vortrag im Seminar) <b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Polarz</p>

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Polarz

## Functional Materials: Synthesis and Analysis

<b>Modultitel</b> Functional Materials: Synthesis and Analysis		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b>	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	112 h Präsenzzeit	68 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
	<b>Qualifikationsziele</b>	
1	<p>Das Modul dient der Vermittlung von fortgeschrittenem Verständnis und vertieften Fähigkeiten sowie Arbeitstechniken im Bereich der Synthese und Analyse von funktionellen Materialien.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Funktionswerkstoffe herzustellen und deren Eigenschaften zu untersuchen.</li> <li>• analytische Techniken anzuwenden, die für die Charakterisierung von Nanomaterialien geeignet sind.</li> <li>• experimentelle Ergebnisse zu interpretieren und zu erklären und sie mit theoretischen Hintergründen zu verknüpfen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>	
	<p><b>Seminar</b> Die Studierenden stellen die Ergebnisse und Daten im Rahmen eines Seminars vor und diskutieren diese.</p> <p><b>Laborübung</b> Forschungsorientierte, praxisnahe Arbeiten zur Synthese von Funktionsmaterialien, zur analytischen Charakterisierung von Zusammensetzung und Nanostruktur sowie zur Erkundung von Anwendungsperspektiven.</p>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b>	
	<p>Seminar Functional Materials: Synthesis and Analysis (1 SWS) Laborübung Functional Materials: Synthesis and Analysis (7 SWS)</p>	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
	<b>Modulprüfung und Laborübung:</b> Abgeschlossenes Modul „Functional Materials“	
4b	<b>Empfehlungen</b>	
	Modul Progress in Inorganic Chemistry	

	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
5	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Functional Materials: Synthesis and Analysis
	<b>Prüfungsleistungen:</b> VbP (Präsentation der Ergebnisse (PR))
6	Literatur
7	<b>Weitere Angaben</b> Dozierende: Polarz
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Polarz

## Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente

<b>Modultitel</b> Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe, WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch, Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M. Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Kenntnisse zu funktionalen Koordinationsverbindungen der Übergangselemente in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende)</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich in spezielle Themenbereiche einzuarbeiten, sich diese anzueignen, zu verwenden und in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• Koordinationsverbindungen (Komplexe) der Übergangselemente vom Werner-Typ zu mitzuvollziehen, zu benennen und darzustellen.</li> <li>• erworbene vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Bereichen der Koordinationsverbindungen wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• besondere physikalische und chemische Eigenschaften der Koordinationsverbindungen zu mitzuvollziehen, abzuschätzen und weiterzuentwickeln.</li> <li>• Koordinationsverbindungen mit Eigenschaften die auf offene elektronische d-Schalen zurückzuführen sind zu mitzuvollziehen und im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</li> <li>• besondere analytische Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen einzuordnen.</li> <li>• eine Vielfalt an molekularen, supramolekularen und polymeren Koordinationsverbindungen einzusetzen.</li> <li>• die sich aus ihren Eigenschaften ergebenden vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Koordinationsverbindungen als innovative Materialien zu beurteilen.</li> <li>• spezielle analytische spektroskopische (MöBbauer, UV/Vis) und magnetische (SQUID) Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen einzusetzen.</li> <li>• an aktuellen Beispielen besprochene Methoden zur Synthese von molekularen und polymeren Koordinationsverbindungen eigenständig auf andere Systeme zu übertragen und so neue Verbindungen herzustellen.</li> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der Koordinationsverbindungen zu erläutern und einzuordnen.</li> <li>• aus Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu beurteilen.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren.</li> <li>komplexe Problemlösungswege anhand des westlichen Weges der Abstraktion im Vergleich zum holistischen östlichen Ansatz zu beurteilen und anzuwenden.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> In der Vorlesung werden sowohl Vielkern- und supramolekulare Komplexe vom Werner-Typ (z.B. Rotaxane, Catenane, molekulare Gitter, Metallacyclen und -käfige) als auch kristalline und amorphe Koordinationspolymere der Übergangselemente behandelt. Moderne Verfahren zur Synthese von supramolekularen Komplexen (z. B. Selbstorganisation, Templat-Synthesen) und Koordinationspolymeren (Kristall-Engineering, retikuläre Synthese) werden vorgestellt. Die magnetischen und optischen Eigenschaften werden umfangreich behandelt. Stichpunkte sind hier Einzelmolekülmagnete, Komplexe mit kooperativen magnetischen Eigenschaften wie Ferro- und Antiferromagnetismus sowie schaltbare bistabile Spin-Crossover-Komplexe. Mit Blick auf supramolekulare Koordinationsverbindungen soll das Konzept der molekularen Maschinen vorgestellt werden. Die besonderen Eigenschaften poröser Polymere (metallorganische Gerüstverbindungen) sollen behandelt werden. Dies erfordert eine Einführung in die Betrachtung komplexer kristalliner Verbindungen aus geometrischer und topologischer Sicht (netzbasierter Strukturchemie). Weiterhin soll auf das völlig neue Gebiet der nanoskaligen Koordinationspolymere eingegangen werden. Typische Methoden zur Charakterisierung von Koordinationsverbindungen mit offener d-Schale werden behandelt: Mößbauer-Spektroskopie, ESR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, Methoden zur Messung der magnetischen Eigenschaften (SQUID).</p> <p><b>Seminar</b> Vertiefung der Vorlesungsthemen.</p> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es sollen sowohl molekulare als auch polymere Koordinationsverbindungen hergestellt werden. Die Beispiele stammen aus den Bereichen der schaltbaren Spin-Crossover-Komplexe und porösen kristallinen Koordinationspolymere. Neben einer ersten Standardcharakterisierung werden von den hergestellten Verbindungen Mößbauer- und UV/Vis-Spektren aufgenommen und ausgewertet. Ferner soll die magnetische Suszeptibilität in Abhängigkeit von der Temperatur auf einem SQUID gemessen werden. Von einem Koordinationspolymer wird die Kristallstruktur nach Intensitätsmessungen auf einem Röntgen-Einkristalldiffraktometer bestimmt und beschrieben.</li> <li>Spezielle wissenschaftliche Lehr-, Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Funktionale Koordinationsverbindungen (1 SWS) Seminar Funktionale Koordinationsverbindungen (2 SWS) Laborübung Funktionale Koordinationsverbindungen (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>

4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie
	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
5	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Funktionale Koordinationsverbindungen
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung</b> L. Gade, Koordinationschemie, Wiley-VCH, 1998 C. Janiak in E. Riedel (Hrsg), Moderne Anorganische Chemie, de Gruyter, 2007 J. R. Gispert, Coordination Chemistry, Wiley-VCH, 2008 J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin; Aktuelle Übersichts- und Originalartikel aus der Literatur. <b>Laborübungen</b> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: Renz, N.N
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Renz

## Glycoscience

<b>Modultitel</b> Glycoscience		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter eines vertieften und erweiterten Verständnisses der der Chemie und Biologie von Kohlenhydraten (für fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden erwerben im Rahmen der Veranstaltung die zentrale Bedeutung der Chemie und Biologie von Kohlenhydraten.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge zwischen der Struktur, der Konformation, der Stereochemie und den Eigenschaften der Kohlenhydrate zu erörtern.</li> <li>• wichtige Methoden zur Synthese bestimmter Glycoside und Oligosaccharide anzuwenden.</li> <li>• weitere Verbindungen wie die Glycoproteine und Glycolipide zu charakterisieren und deren Vorkommen, Strukturen und Biosynthesen zu beschreiben.</li> <li>• Anwendungsbereiche der genannten Verbindungen in Anlehnung an die Struktur-Wirkungsweisen zu beurteilen.</li> <li>• Anhand der Eigenschaften der Kohlenhydrate das Verständnis für die enge Verzahnung von der Molekülstruktur und den biologischen Funktionen zu schärfen.</li> <li>• die Bedeutung der Kohlenhydrate für biologische Systeme sowie deren möglichen medizinischen Anwendungsgebiete zu erläutern.</li> <li>• unter Anwendung wichtiger Begriffe Sachverhalte der Kohlenhydratchemie fachgemäß schriftlich und verbal darzustellen.</li> <li>• Aspekte der Kohlenhydrate über die fachlichen Grenzen der Chemie hinaus zu beschreiben.</li> </ul>	

2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenhydrate (Strukturen, Stereochemie, Konformationen)</li> <li>• Schutzgruppenstrategien in der Kohlenhydratchemie</li> <li>• Glycosylierungsmethoden</li> <li>• beta-Mannoside</li> <li>• orthogonale Glycosylierungen</li> <li>• Desoxyglycoside</li> <li>• Synthesen ausgewählter Oligosaccharide</li> <li>• Festphasensynthese in der Zuckerchemie</li> <li>• enzymatische Glycosierungen</li> <li>• Biosynthese von Zuckernukleotiden</li> <li>• Sialinsäuren</li> <li>• C-Glycoside</li> <li>• Glycoproteine und Glycolipide</li> <li>• Glycane</li> <li>• Blutgruppen-Determinanten</li> <li>• Selektine / Sialyl Lewis X</li> <li>• Kohlenhydratbasierte Wirkstoffe</li> <li>• Oligonukleotide</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Glycoscience (3 SWS) Theoretische Übung Glycoscience (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in organischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten
6	<b>Literatur</b> wird im Rahmen der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Dräger

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dräger

## Intermolekulare Wechselwirkung

<b>Modultitel</b> Intermolekulare Wechselwirkung		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe.	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. oder 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der quantenchemischen (computergestützten) Beschreibung Intermolekularer Wechselwirkung in Gasen, Fluiden und Feststoffen und deren Anwendung in Forschung und Industrie (für Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die verschiedenen Typen der intermolekularen Wechselwirkungen physikalisch zu erläutern und Zusammenhänge mit der quantenchemischen Struktur der wechselwirkenden Moleküle abzuleiten.</li> <li>• Die molekularen Eigenschaften Quantenchemisch zu berechnen (DFT-Programmpakete SCM ADF)</li> <li>• Methoden der statistischen Thermodynamik auf das Problem der intermolekularen Wechselwirkung anzuwenden.</li> <li>• Die Intermolekularen Wechselwirkungen dann quantenchemisch zu berechnen</li> <li>• Virialkoeffizienten quantitativ zu beschreiben und die Thermodynamik der realen Fluide und Materialien aus ihren intermolekularen Wechselwirkungen heraus zu erläutern.</li> <li>• Die Dispersionskorrekturen in DFT-Programmen mitzuvollziehen und anzuwenden (Grimme-Korrekturen)</li> <li>• Solvatationsmodelle anzuwenden (Programmpaket COSMO)</li> <li>• Aktivitäten in Reaktionsgemischen simulieren (quantenchemisch/thermodynamisch zu modellieren, COSMO).</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung/ Übung / Seminar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamische und quantenchemische Grundlagen</li> <li>• Thermodynamische Grundlagen</li> <li>• Molekulare Dipolmomente</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Polarisierbarkeiten</li> <li>• Molekulare und makroskopische Eigenschaften</li> <li>• Bornsches Solvatationsmodell</li> <li>• Debye-Langevin Modell</li> <li>• Verallgemeinerte Suszeptibilitäten und Fluktuationen</li> <li>• Keesom-Wechselwirkungen und reale Fluide</li> <li>• Dispersionswechselwirkungen</li> <li>• Molekülkristalle</li> <li>• Molekulare vorgelagerte Assoziate als Ausgangspunkt chemischer Reaktionen</li> <li>• Wasserstoffbrücken</li> <li>• Wasserstofftransfer</li> <li>• Elektronentransfer</li> <li>• Debye-Hückel-Theorie der Elektrolyte</li> <li>• Intermolekulare Wechselwirkungen an Grenzflächen</li> <li>• Berechnungs- und Vorhersagemethoden praktisch relevanter physikalisch-chemischer Eigenschaften von komplexen Fluiden (Gemischen) und Materialien auf Basis gemessener und quantenchemisch am Computer berechneten Eigenschaften von Molekularen Einheiten und Fragmenten.</li> </ul> <p>In jeder Einheit werden Quantenchemische Rechnungen zur Illustration vorgeführt und in Zusammenhang mit den Physikalisch chemischen Beziehungen und Anwendungen für Industrielle Fragestellungen diskutiert. In der Übung werden entsprechende Aufgaben gelöst. Im Seminar aktuelle Forschungsarbeiten dazu vorgestellt.</p>
	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b>          Vorlesung Intermolekulare Wechselwirkung (2 SWS)          Theoretische Übung Intermolekulare Wechselwirkung (1 SWS)          Seminar Intermolekulare Wechselwirkung (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Intermolekulare Wechselwirkung</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> VbP (AA, Ausarbeitung)</p>

6	<b>Literatur</b> Intermolecular and surface forces, J. Israelachvili, Academic press, London Theory of intermolecular forces, A. Stone, Oxford University Press Molecular Quantum Mechanics, P. Atkins und R. Friedmann, Oxford University Press L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Verlag Harry Deutsch, Zürich K. Lucas, Angewandte Statistische Thermodynamik, Springer Berlin
7	<b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: Becker
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Becker

## Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern und heute

Modultitel Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern und heute		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch / Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	60 h Präsenzzeit	120 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften Verständnisses der Naturstoffsynthese im Wandel der Zeit und im Hinblick auf heutige Anforderungen an diese Disziplin.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umfassende Literaturrecherche (inklusive Bücher und internationaler Fachzeitschriften) bezüglich eines forschungsnahen Themas durchzuführen.</li> <li>• Sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• Probleme und Grenzen der heutigen Naturstoffsynthese zu identifizieren.</li> <li>• Wissenschaftliche Konzepte der modernen Naturstoffsynthese fachlich zu erläutern und kritisch zu diskutieren.</li> <li>• Wissenschaftliche Vorträge über moderne Naturstoffsynthesen strukturiert zu halten.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Chemie und Totalsynthese</li> <li>• Umfang und Grenzen Organischer Synthesen</li> <li>• Kurzer Abriss der Organischen Synthese</li> <li>• Die Praxis der Totalsynthese</li> <li>• Bedeutende Zielmoleküle</li> <li>• Naturprodukte als synthetische Zielverbindungen</li> <li>• Synthesestrategien</li> <li>• Retrosynthetische Analysen</li> <li>• Klassiker in der Naturstoffsynthese</li> </ul> <p><b>Seminar Klassiker in der Naturstoffsynthese heute sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Naturstoffsynthesen aus internationalen Journalen eigenständig als wissenschaftlichen Vortrag aufbereiten</li> <li>• Grundprinzipien des Erstellens und Haltens eines Vortrags werden vermittelt</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritische Betrachtung und fachliche Diskussion wissenschaftlicher Sachverhalte wird gefördert</li> <li>• Feedback geben in konstruktiver Form wird geübt</li> <li>• Vertiefung fachbezogener Englischkenntnisse</li> </ul> <p><b>Theoretischen Übung Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern und heute sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung und Vertiefung des Repertoires von Syntheseschritten (Namensreaktionen) und deren Anwendung in der Naturstoffsynthese bzw. der modernen organischen Chemie</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern (2 SWS) Seminar Klassiker in der Naturstoffsynthese heute (1 SWS) Theoretische Übung Klassiker in der Naturstoffsynthese gestern und heute (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Fortgeschrittene Kenntnisse in Organischer Chemie; Englischkenntnisse</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Klassiker in der Naturstoffsynthese heute (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>K.C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis I u. II, Wiley-VCH; Gewert, J. A. u. a. Organic Synthesis Workbook, Wiley-VCH; C. Bittner u. a. Organic Synthesis Workbook II, Wiley-VCH Sowie Primärliteratur aus internationalen Journalen</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Cordes</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Cordes</p>

## Machine Learning Fundamentals for Natural Scientists

<b>Modultitel</b> Machine Learning Fundamentals for Natural Scientists		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses des maschinellen Lernens und deren Anwendung (für fortgeschrittene Masterstudierende). Methoden des maschinellen Lernens (ML) sind zu wesentlichen Werkzeugen der naturwissenschaftlichen Forschung geworden. In diesem Modul lernen die Studierenden, wie sie das Potenzial von – einfachen, aber leistungsstarken – modernen Methoden des maschinellen Lernens in der naturwissenschaftlichen Datenanalyse nutzen können.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Konzepte des maschinellen Lernens zu erläutern,</li> <li>• Vorteile und Grenzen maschineller Lernverfahren abzuschätzen,</li> <li>• einfache Programme zu schreiben, um Methoden des maschinellen Lernens auf naturwissenschaftliche Datensätze anzuwenden,</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Datenanalysen zu visualisieren und zu präsentieren,</li> <li>• Ansätze des maschinellen Lernens zu nutzen, um naturwissenschaftliche Forschungsfragen zu lösen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über Konzepte und Methoden der Künstlichen Intelligenz</li> <li>• Überblick über moderne ML-Methoden für praktische Anwendungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Unüberwachtes und überwachtes Lernen (unsupervised/supervised learning)</li> <li>◦ Entscheidungsbäume und Random Forests</li> <li>◦ kNN-Algorithmus</li> <li>◦ Boosting-Algorithmen</li> </ul> </li> <li>• Anwendung tiefer künstlicher neuronaler Netze (deep artificial neural networks) für die Analyse naturwissenschaftlicher Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Feedforward Neural Networks</li> <li>◦ Convolutional Neural Networks</li> </ul> </li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über ML-Anwendungen in der aktuellen naturwissenschaftlichen Forschung (z. B. Bildklassifizierung, AlphaFold)</li> <li>• Spezielle Themen, z. B. Anwendung von Transfer Learning in den Naturwissenschaften</li> </ul> <p><b>Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einrichten der erforderlichen Softwareumgebung</li> <li>• Programmiergrundlagen (R)</li> <li>• Einführung in praktische Software-Tools (R-Pakete) für die Analyse naturwissenschaftlicher Daten mit ML-Methoden</li> <li>• Sicherheit in der Anwendung der Verfahren des maschinellen Lernens.</li> <li>• Erlernen bzw. Erweiterung von Programmier- sowie Präsentationsfähigkeiten.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Machine Learning Fundamentals for Natural Scientists (2 SWS)                  Übung Machine Learning Fundamentals for Natural Scientists (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Dieses Modul ist speziell für Studierende mit einem Hintergrund in den angewandten Naturwissenschaften konzipiert. Es werden keinen Programmierkenntnisse vorausgesetzt.</p> <p>Technische Voraussetzung für die Übungen:                  Benötigt wird ein Laptop (Windows, Linux oder Mac; keine Tablets, Smartphones, Chromebooks...) mit Zugriffsrechten, die das Installieren von Programmen erlauben.</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> keine</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ), 40 Zeitstunden</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Literatur und weitere Quellen, wie Übersichtsartikel aus wissenschaftlichen Zeitschriften und Online-Tutorials werden über StudIP bereitgestellt.</p>

7	<p><b>Weitere Angaben</b> Die Vorlesung wird i. d. R. in englischer Sprache gehalten. Studentische Vorträge, Fragen, Diskussionen, Übungen und ähnliches finden je nach Wunsch der Teilnehmenden auf Deutsch oder Englisch statt.</p> <p>Dozentin: Rudorf</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Zellbiologie und Biophysik <a href="https://www.cell.uni-hannover.de/en/">https://www.cell.uni-hannover.de/en/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Rudorf</p>

Moderne Synthesemethoden in der Polymerchemie

<b>Modultitel</b> Moderne Synthesemethoden in der Polymerchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	70 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> (Evtl. M.Sc. Life Science)		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Einführung in die Polymerwissenschaften und Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses moderner Synthesemethoden einschließlich passender Analysemethoden für (multi)funktionale Polymermaterialien (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erworbene Kenntnisse zu den Grundlagen der Polymerchemie wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• Polymerisationsmechanismen zu beschreiben.</li> <li>• Moderne Synthesemethoden der Polymersynthese zum rationalen Design von Funktionspolymeren anzuwenden.</li> <li>• (Funktions)Eigenschaften von Polymeren auf ihren molekularen Aufbau und ihre Struktur zurückzuführen.</li> <li>• Polymere mit Hilfe statistischer Ketten- und Knäuelmodelle zu beschreiben.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung / Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition und Charakterisierung von Polymeren (inkl. Molekulargewicht)</li> <li>• Ideale und reale Kettenmodelle zur Beschreibung von Polymeren</li> <li>• Industrielle Synthesemethoden für Alltagspolymere</li> <li>• Moderne Synthesemethoden für Funktionspolymere in Lösung und auf Oberflächen einschließlich Polymer-Biokonjugaten (lebende Polymerisationen, ATRP, RAFT, NMP)</li> <li>• Moderne Methoden zur Charakterisierung von Funktionspolymeren in Lösung und auf Oberflächen</li> </ul> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Materialanalytik, wissenschaftliche Literaturrecherche und Entwicklung einer Forschungsidee</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Moderne Synthesemethoden in der Polymerchemie (4 SWS) Theoretische Übung Moderne Synthesemethoden in der Polymerchemie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform PJ (Entwicklung einer Forschungsidee mit Posterpräsentation), 40 Zeitstunden
6	<b>Literatur</b> Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen, S. Koltzenburg, M. Maskos, O. Nuyken, Springer Spektrum, Berlin (deutsch und englisch erhältlich) Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials, Third Edition 2007, J.M.G. Cowie, Valeria Arrighi, CRC Press Inc (Verlag), ISBN 978-0-8493-9813-1 Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.
7	<b>Weitere Angaben</b> Dozierende: Weinhart
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Weinhart

## Molekülspektroskopie

Modultitel Molekülspektroskopie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe/SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3./4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
Weitere Verwendung des Moduls		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der hochauflösenden Molekülspektroskopie in der Theorie und deren Anwendung (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrischen Dipolübergänge und die Anwendungen der Molekülspektroskopie zu erläutern.</li> <li>• die Techniken und Anwendungsgebiete der Quantentheorie auf die essentiellen Grundtypen molekularer Spektren am Beispiel zweiatomiger und polyatomarer Moleküle anzuwenden.</li> <li>• numerische Methoden bei der Bestimmung von zunächst stationären (zeitunabhängigen) Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>• die allgemeinen und speziellen Auswahlregeln spektroskopischer Übergänge zu beschreiben und die elektronischen Zustände zu erläutern.</li> <li>• die experimentellen Techniken in der Spektroskopie zu beschreiben.</li> <li>• Sachverhalte in der Molekülspektroskopie schriftlich sowie verbal darzustellen.</li> <li>• die Wechselwirkung von Molekülen mit elektromagnetischer Strahlung zu erläutern und damit die Linienform (Intensität, Breite) qualitativ zu beschreiben und quantitativ einzuordnen.</li> <li>• elektronische Erscheinungen in Bezug auf die Transmission, Streuung und Emission zu beschreiben und zu erklären.</li> <li>• den Einsatz der FT- gegenüber der CW-Technik zur Erhöhung der Empfindlichkeit und besserer Rausch-Signal-Verhältnisse zu begründen.</li> <li>• mathematische Methoden auf physikalisch-chemische Aufgabenstellungen der Molekülspektroskopie anzuwenden.</li> <li>• zum Lösen der Schrödinger-Gleichung Näherungen anzuwenden.</li> <li>• über die energetischen Gegebenheiten und elektronischen Strukturen auf die Eigenschaften von Molekülen zu schließen.</li> <li>• die Prinzipien des Aufbaus und Signalverarbeitung von spektroskopischen Apparaturen darzulegen und zu nutzen.</li> <li>• die speziellen Probleme der hochauflösenden Spektroskopie abzuschätzen und zu lösen.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Wissen über spektroskopischer Techniken in Anwendungslösungen zu übertragen.</li> <li>• zum Lösen von molekülphysikalischen Aufgabenstellungen quantenmechanische Berechnungsmethoden anzuwenden und fachgerecht schriftlich sowie verbal darzustellen.</li> <li>• eine molekülphysikalische Problemstellung spektroskopisch zu bearbeiten.</li> <li>• vollständige Literaturrecherchen durchzuführen und auszuwerten.</li> <li>• physikalische Methoden und Techniken in der Chemie einzusetzen.</li> <li>• spektroskopische Daten qualitativ und quantitativ zu interpretieren und die Ergebnisse kritisch zu bewerten</li> <li>• problemorientierte Diskussionen mit anderen Studierenden und fachkompetenten Mitarbeitern zu führen.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Techniken und Anwendungen (Ursprung, Prinzipien) der Quantenmechanik</li> <li>• Grundtypen molekularer Spektren (Rotations-, Vibrationsanregung)</li> <li>• allgemeine wie spezielle Auswahlregeln spektroskopischer Übergänge</li> <li>• elektronische Zustände und die damit verbundenen Erscheinungen</li> <li>• Linienform (Intensität, Breite)</li> <li>• experimentelle Techniken (CW, FT, Transmission, Streuung, Emission)</li> <li>• Merkmale der Spektroskopie (Kohärenz-, und LASER-Spektroskopie)</li> <li>• spezielle Aspekte (hochauflösende Spektroskopie, Dichtematrixformalismus etc.)</li> </ul> <p><b>Übung</b></p> <p>In der Übung wird der in der Vorlesung vermittelte Stoff zur Molekülspektroskopie auf der Basis von Übungsaufgaben vertiefend behandelt. Die Molekülspektroskopie erfordert ein tiefes Verständnis des quantenmechanischen Unterbaus, um die beobachteten Phänomene zu erläutern und quantitativ beschreiben zu können. Die Übungen demonstrieren daher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Prinzipien der Quantenmechanik (Impuls-, Ortskoordinaten, Unschärfe)</li> <li>• die Anwendung der Quantenmechanik (Schrödinger'sche Wellenmechanik)</li> <li>• Nutzung numerischer Methoden (Heisenberg'sche Matrizenmechanik) bei der Bestimmung von zunächst stationären (zeitunabhängigen) Problemstellungen</li> <li>• Verdeutlichung mathematischer Näherungen und Aufzeigen derer Grenzen (Born-Oppenheimer Näherung, Störungstheorie)</li> <li>• spektrale Lage und Form molekularer Dipolübergänge</li> <li>• Wechselwirkung von Molekülen mit elektromagnetischer Strahlung:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Intensität von Spektrallinien</li> <li>o Linienbreite</li> <li>o Spin-Statistik</li> <li>o Auswahlregeln</li> <li>o Zentrifugalverzerrung</li> <li>o Anharmonizität</li> <li>o instationäre (zeitabhängige) Antwort auf Störungen</li> </ul> </li> </ul>

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Molekülspektroskopie (3 SWS) Theoretische Übung Molekülspektroskopie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Theoretische Übung) Molekülspektroskopie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> P. F. Bernath, Spectra of Atoms and Molecules, 2nd ed., Oxford University Press, NY, 2005. J. I. Steinfeld, Molecules and Radiation, Dover, Mineola, 2005. J. M. Hollas, High Resolution Spectroscopy, 2nd ed., John Wiley & Sons, Chichester, 1998. Allgemeine Lehrbücher der Physikalischen Chemie.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Grabow, Becker
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Grabow

## Naturstoffchemie

<b>Modultitel</b> Naturstoffchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> English
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung von Grundkenntnissen über Naturstoffe, einschließlich primärer und sekundärer Metaboliten, deren Quellen, Biosynthese und Bioaktivität. Die Verbindung zur organischen und medizinischen Chemie wird hervorgehoben.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Unterschiede zwischen primären und sekundären Stoffwechselprozessen und deren Klassifizierung und Chemie zu erläutern.</li> <li>• Die wichtigsten Klassen von Sekundärmetaboliten und deren Biosynthese zu charakterisieren.</li> <li>• die wichtigsten Arten von bioaktiven Verbindungen, die in der Natur vorkommen, und ihrer Verwendung in der modernen Gesellschaft zu benennen.</li> <li>• zu fortgeschrittenen Kursen in der totalen Biosynthese und Totalsynthese aufzuschließen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Naturprodukte und ihre Bedeutung für die Wirtschaft;</li> <li>• Primärer und sekundärer Metabolismus und ihre Grundlagen in der organischen Chemie;</li> <li>• Quellen und Klassifizierung von Sekundärmetaboliten;</li> <li>• Polyketide;</li> <li>• Terpene;</li> <li>• Peptide;</li> <li>• Alkaloide;</li> <li>• Kleinere und gemischte Familien;</li> <li>• Künftige Herausforderungen.</li> <li>• Verbindungen zwischen Chemie und Themen der Biotechnologie, Biowissenschaften, Pflanzenkunde und Mikrobiologie.</li> <li>• Erweiterung des Themenbereichs unter Beibehaltung wichtiger chemischer Verbindungen zu den Kernfächern.</li> </ul>	

	<p><b>Übung</b> Übungen zur Unterstützung der Vorlesungen - Schwerpunkt auf der Verbesserung des Verständnisses und der Problemlösungsfähigkeiten der Studenten in Bezug auf die organische Chemie und Mechanismen. Schwerpunkt auf der Integration von Wissen und Verknüpfung mit früheren Pflichtmodulen.</p> <p><b>Laborübung</b> Laborerfahrung mit der Isolierung, chemischen Veränderung, Analyse und Strukturaufklärung von Naturstoffen.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Naturstoffchemie (2 SWS) Theoretische Übung Naturstoffchemie (1 SWS) Laborübung Naturstoffchemie (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung:</b> Absolvierung von Pflichtmodulen</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Naturstoffchemie</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Natural Product Biosynthesis: Chemical Logic and Enzymatic Machinery, C. T. Walsh and Y. Tang, Royal Society of chemistry. ISBN-10 : 1839165642</li> <li>The Organic Chemistry of Biological Pathways, John McMurray and Tadhg Begley, WH Freeman, ISBN-10 : 193622156X</li> </ul>
7	<p><b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> V1: Kirschning, Cox Ü: Kirschning, Cox EÜ: Kirschning, Cox</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Kirschning, Cox</p>

## Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene

Modultitel Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahl
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch / Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. oder 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
Weitere Verwendung des Moduls		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Synthese komplexer Naturstoffe (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erworbenes organisch-synthetisches Wissen bei der Planung von Naturstoffsynthesen einzusetzen und Synthesen angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>• stringent bei der Bearbeitung aktueller synthetischer Fragestellungen vorzugehen.</li> <li>• Methoden der Recherche von Literaturdaten anzuwenden.</li> <li>• eigenständig Lehrbuchtexte und Literaturreferenzen zu nutzen, um ein zunehmendes Verständnis synthetischer Zusammenhänge zu entwickeln.</li> <li>• erworbenes synthetisches Wissen einzusetzen, um eine Totalsynthese zu erläutern, angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>• die Kopplung einzelner Reaktionen und Reaktionssequenzen im Zuge einer Totalsynthese zu erklären.</li> <li>• Semisynthesen angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>• die Kopplung biogenetischer Überlegungen mit deren chemischer Umsetzung im Zuge einer Semisynthese zu erörtern.</li> <li>• eigenständig Lehrbuchtexte und Literaturreferenzen zu nutzen, um eine Synthese zu entwickeln und auf ihre Praktikabilität hin abzuschätzen.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Synthese von komplexen Naturstoffen zu unterbreiten.</li> <li>• Metriken und Modelle anzuwenden, um Synthesestrategien nach Kriterien der Effizienz, Eleganz und Praktikabilität zu bewerten.</li> <li>• sich schnell in vorher unbekannte Themenbereiche einzuarbeiten.</li> <li>• sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen, dieses strukturiert aufzubereiten, in experimentelle Handlungen zu übersetzen</li> <li>• wissenschaftliche Informationen in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Vorlesung</p>	

	<p>Die Vorlesung beschäftigt sich mit der gezielten Synthese von komplexen Naturstoffen. Alle wichtigen Naturstoffklassen wie etwa Terpene, Alkaloide und Polyketide werden behandelt. Es wird auf die spezifischen Strategien und Synthesekonzepte der einzelnen Naturstoffklassen eingegangen, insbesondere werden auch biogenetische Überlegungen im Rahmen semisynthetischer Zugänge besprochen. Aktuelle Synthesestrategien und Konzepte werden im Kontext der Totalsynthese und Semisynthese besprochen und bewertet. Modelle und Metriken, um Synthesen miteinander zu vergleichen und zu bewerten, werden erarbeitet. Die Vorlesung orientiert sich an aktuellen Total- und Semisynthesen.</p> <p><b>Theoretische Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Vorlesung.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b>          Vorlesung Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene (2 SWS)          Theoretische Übung Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine</p> <p><b>Modulprüfung:</b></p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Keine</p>
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<p><b>Literatur</b>  <b>Vorlesung/ Übung Naturstoffsynthese für Fortgeschrittene</b>          Classics in Total Synthesis II and III, Wiley-VCH, K.C. Nicolaou          Organic Synthesis: The Disconnection Approach, 2008, Stuart Warren, Paul Wyatt          Enantioselective Chemical Synthesis: Methods, Logic, and Practice, Elias J. Corey, Laszlo Kurti</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b>          Vorlesung: Heretsch, Cordes          Übung: Heretsch, Cordes</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b>          Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie;  <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b>          Heretsch, Cordes</p>



## Organische Strukturaufklärung

<b>Modultitel</b> Organische Strukturaufklärung		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter eines vertieften und erweiterten Verständnisses der organischen Strukturaufklärung (für fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden erwerben weiterführende Kenntnisse und ein tieferes Verständnis im Bereich der Massenspektrometrie und Kernspinresonanzspektroskopie (NMR) zur Strukturbestimmung kleiner Moleküle und bestimmter Naturstoffklassen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Hilfe analytischer Methoden durch die Ionisation des zu untersuchenden Analyten Rückschlüsse auf die Struktur und den Aufbau von organischen Verbindungen ziehen.</li> <li>• ein für das zu untersuchende Molekül geeignetes Massenspektrometer auszuwählen.</li> <li>• spezielle analytische Fragestellungen mit massenspektrometrischen Methoden bearbeiten und Messungen an den Geräten durchführen.</li> <li>• vorherzusagen, welche MS-Experimente sinnvolle Aussagen für eine bestimmte Molekülklasse liefern.</li> <li>• unterschiedliche Messmethoden theoretisch zu erfassen und sie problemorientiert einzusetzen.</li> <li>• Literaturrecherchen für massenspektrometrische Fragestellungen durchzuführen und zur genaueren Erschließung der Fragestellungen zu nutzen.</li> <li>• massenspektrometrische Fragestellungen in einen wissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</li> <li>• auf Basis von aktuellen wissenschaftlichen Publikationen massenspektrometrische Anwendungen herauszuarbeiten, zu strukturieren und Schlussfolgerungen abzuleiten sowie diese in einem Kurzvortrag einem Fachpublikum vorzustellen.</li> <li>• die theoretischen Grundlagen von 1D und 2D NMR-Spektren zu beherrschen.</li> <li>• die Vor- und Nachteile gängiger NMR Experimente einzuschätzen.</li> <li>• NMR-Spektren von unbekanntem Verbindungen auszuwerten.</li> <li>• die Struktur von verschiedenen Molekülen mittels NMR Spektroskopie aufzuklären.</li> <li>• ein geeignetes Experiment zur Strukturaufklärung auszuwählen in Abhängigkeit der dazugehörigen Fragestellung.</li> <li>• 1D und 2D NMR Daten gewissenhaft zu prozessieren.</li> <li>• Eine geeignete Darstellungsform der NMR Spektren zu wählen.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein vorher unbekanntes Thema aus der Literatur auszuwählen und sich in dieses Thema einzuarbeiten</li> <li>• ein wissenschaftliches Thema in geeigneter Form in einem Vortrag zu präsentieren.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne Methoden der Massenspektrometrie</li> <li>• aktuelle Ionisierungsmethoden</li> <li>• Verständnis von MS-Analysatoren auf physikalischem und technischem Niveau</li> <li>• Kopplung mit chromatographischen Systemen</li> <li>• Tandem Massenspektrometrie</li> <li>• Massenspektrometrische Analyse von Biomolekülen</li> <li>• Theorie der NMR Spektroskopie</li> <li>• Grundprinzipien der 1D und 2D NMR Experimente</li> <li>• Methoden der molekularen Strukturaufklärung mit besonderem Fokus auf COSY, HSQC, HMQC, NOESY, ROESY, INADEQUATE</li> <li>• Auswertung von NMR Spektren</li> <li>• Darstellung und Präsentation von NMR Spektren</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Recherche- und Präsentationstechniken.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Organische Strukturaufklärung (3 SWS) Theoretische Übung Organische Strukturaufklärung (0,5 SWS) Seminar Organische Strukturaufklärung (0,5 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Massenspektrometrie und Kernspinresonanzspektroskopie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Organische Strukturaufklärung, VbP (Präsentation (PR)) Organische Strukturaufklärung (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (120 min)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. de Hoffmann, V. Stroobant, Mass Spectrometry – Principles and Applications, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-48566-7; J.R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry – A Guide for Chemical and Biochemical Analysis, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-95831-X; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.</li> <li>• Keeler, J., Understanding NMR spectroscopy</li> <li>• J. Cavanagh N. Skelton, W. Fairbrother, M. Rance, A. Palmer III, M. Rance, Protein NMR, Spectroscopy – Principles and Practice, Academic Press, ISBN 978-0-121-64491-8</li> <li>• Günther, Harald; NMR-Spektroskopie, 1983, Thieme, ISBN: 3-13-487502-0</li> </ul>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Dräger, Droste</p>

8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dräger, Droste

## Organische Syntheseplanung

Modultitel Organische Syntheseplanung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der organischen Syntheseplanung und deren Anwendungen (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moleküle retrosynthetisch zu analysieren, um essentielle Funktionsgruppenabstände sowie mögliche Nachbargruppen- und transannulare Effekte abzuleiten.</li> <li>• Erworbenes Wissen zur modernen Schutzgruppenchemie und Umwandlung funktioneller Gruppen wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• selbstständig Retrosynthesen zu postulieren unter Berücksichtigung der Gegebenheiten eines Moleküls.</li> <li>• reale und postulierte Synthesen von unbekanntem komplexen Molekülen selbstständig zu analysieren und zu bewerten.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung/ Übung Organische Syntheseplanung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Retrosynthese (Retrosynthetischer Schnitt, Synthone, Einführung, Umwandlung und Entfernung von funktionellen Gruppen)</li> <li>• Analyse von Funktionsgruppenabständen unter Einbeziehung des Nachbargruppeneffektes sowie transannularer Reaktionen</li> <li>• Chemoselektivität und Schutzgruppenchemie</li> <li>• Chemie der Carbeniumionen, Carbanionen und Radikale</li> <li>• Kinetik und Kontrolle von Ringschlüssen</li> <li>• Aufbau polyzyklischer Verbindungen</li> <li>• Grundlegende Verständnisse zur strategischen Planungen von Synthesen.</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Organische Syntheseplanung (2 SWS) Theoretische Übung Organische Syntheseplanung (2 SWS)</p>	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Organische Syntheseplanung
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> [1] R. W. Hoffmann Elements of Synthesis Planning, Springer Verlag, ISBN 978-3-540-79219-2 [2] S. Warren, P. Wyatt Organic Synthesis – The Disconnection Approach, 2. Auflage, Wiley, ISBN 978-0-470-71236-8  Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Jürjens, Plettenburg
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Jürjens

## Physikalische Materialchemie

<b>Modultitel</b> Physikalische Materialchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch, Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der physikalischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Gitteraufbau von Festkörpern mit Konzepten des Realraums zu beschreiben.</li> <li>• unterschiedliche Beugungsmethoden zur Strukturaufklärung mit Konzepten des reziproken Raums zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit einzuschätzen.</li> <li>• Konzepte des Realraums und des reziproken Raums zu erkennen, mit einander zu verknüpfen und anzuwenden.</li> <li>• funktionelle Eigenschaften von Festkörpern und Nanosystemen hinsichtlich der Dynamik von Atomen und Elektronen zu rationalisieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung / Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gitteraufbau von Festkörpern: Beschreibung periodischer Kristalle (starres Gitter), Bravaisgitter, Symmetrien, aperiodische Kristalle, Quasikristalle, Beugungsmethoden (Elektronen, Röntgen, Neutronen), Beugungsbedingung (Laue, Bragg, Brillouin), Friedelsche Regel, Atom(form)faktor, Strukturfaktor, reziproker Raum, reziprokes Gitter, Laue-Indices, Brillouin-Zonen, Patterson-Funktion</li> <li>• Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: harmonische Näherung der Atomdynamik, Debye-Waller-Faktor, Quantisierung der Gitterschwingungen, Quasiteilchen, Phononendispersionsrelation, phononische Bandstruktur (akustische und optische Zweige, longitudinale und transversale Moden), van-Hove Singularitäten, Einstein-Modell, Debye-Modell, Wärmekapazität, Entropiekapazität</li> <li>• Dynamik von Elektronen in Festkörpern und Nanosystemen: freies Elektronengas, quasifreies Elektronengas im periodischen Potential, Blochwellen, elektronische Bandstruktur, van-Hove Singularitäten, Bändermodell für kristalline und amorphe Festkörper, effektive Masse, Defektelektronen, <math>sp^3</math>-Hybridisierung, elektrische Leiter,</li> </ul>	

	Halbleiter, Isolatoren, p-n-Übergang, Fermi-Dirac-Statistik, Fermi-Energie, Quasi-Fermienergien, Wärmekapazität, Entropiekapazität <ul style="list-style-type: none"> <li>erweiterte Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: Thermodynamik von Punktdefekten, Diffusion, Reaktivität, elektrochemisches Potenzial</li> <li>spezielle Nanosysteme: Vertiefung der Konzepte an Fallbeispielen aktueller Forschungsarbeiten aus Fachzeitschriften.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Physikalische Materialchemie (3 SWS) Theoretische Übung Physikalische Materialchemie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung / Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen</b> St. Elliott, The Physics and Chemistry of Solids R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik J. Maier, Festkörper – Fehler und Funktion, Prinzipien der physikalischen Festkörperchemie Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn und im Laufe der Veranstaltung vorgestellt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Feldhoff
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Feldhoff

## Polymere Materialien

Modultitel Polymere Materialien		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses von polymeren Materialien in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erworbenes vertieftes Verständnis der physikalischen Chemie und Physik von Polymeren wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• die physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgewählter organischer Polymere in Abhängigkeit der Konstitution, Konformation und der Konfiguration zu erläutern und im Sinne einer Eigenschaftsvorhersage bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren und Polymerkompositen im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation und Schmelzen) als auch der mechanischen Eigenschaften (Viskoelastizität, Gummielastizität etc.) anzuwenden.</li> <li>• grundlegende Syntheseverfahren und -techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen in Bezug auf Zieleigenschaften von Polymerwerkstoffen darzulegen und begrenzt praktisch anzuwenden.</li> <li>• Polymerisationstechniken wie die Polymerisation in heterogener (Emulsions- und Suspensionspolymerisation) und in homogener Phase (Lösungs- und Massepolymerisation) in Verbindung mit geeigneten Polyreaktionen zu diskutieren und zu erklären.</li> <li>• die Funktionsprinzipien und die Herstellung von Polymernanokompositen zu erklären.</li> <li>• Chemische, physikalische und rheologische Charakterisierungen von organischen Polymeren und Polymerkompositen vorzunehmen.</li> <li>• die Besonderheiten der Polymeranalyse im Vergleich zu der Analyse von niedermolekularen Stoffen insbesondere für Polymere als Festkörper und in Lösung zu erläutern.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molmassen, Molmassenverteilungen und die Monomierzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster sowie Verzweigungs- und Vernetzungsgrade zu analysieren.</li> <li>• Methoden wie z. B. Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und der zu erzielenden Aussage zu diskutieren.</li> <li>• Methoden für die Charakterisierung der thermischen Eigenschaften und Kettenbeweglichkeiten insbesondere bei Kautschuken und Elastomeren im Unterschied zu Thermoplasten wie z. B. DSC, NMR-Relaxationszeit, Quellungsmessungen oder auch mechanische Messungen wie die Zug-Dehnungseigenschaften auszuwählen und praktisch anzuwenden.</li> <li>• zielgerichtet Strategien und Arbeitsprozesse zu entwickeln.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgewählter organischer Polymere in Abhängigkeit der Konstitution, Konformation und der Konfiguration</li> <li>• Eigenschaftsvorhersage bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren und Polymerkompositen im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation und Schmelzen), mechanischen Eigenschaften (Viskoelastizität, Gummielastizität etc.)</li> <li>• Syntheseverfahren und –techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen</li> <li>• Polymerisationstechniken: Polymerisation in heterogener (Emulsions- und Suspensionspolymerisation), homogener Phase (Lösungs- und Massepolymerisation)</li> <li>• Funktionsprinzipien und Herstellung von Polymeranokompositen</li> </ul> <p><b>Vorlesung Polymeranalytik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymeridentifizierung an Hand von thermischen Eigenschaften,</li> <li>• Zusammensetzung von Polymermaterialien nach Hauptkomponenten</li> <li>• Analyse von Molmassen, Molmassenverteilungen, Monomierzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster, Verzweigungs- und Vernetzungsgrade</li> <li>• Analysemethoden: Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung, DSC, TGA, NMR-Relaxationszeit, Zug-Dehnungseigenschaften</li> </ul> <p><b>Laborübung Polymere Materialien</b> Vorgesehen sind folgende Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese von ausgewählten Polymeren (z. B. Polystyrol, Polyacrylate) durch Emulsions- und Lösungspolymerisation</li> <li>• Herstellung einer Kautschukmischung und eines Elastomeren unter Anwendung der Schwefelvulkanisation</li> <li>• Bestimmung des Molekulargewichts durch Messungen der mittleren Molmasse (<math>M_w</math>) sowie des Molmassenzahlenmittels (<math>M_n</math>) durch Gelpermeationschromatographie (GPC).</li> <li>• Charakterisierung der thermischen Eigenschaften von Polymeren mittels Differential Scanning Kalorimetrie (DSC). Hier soll an verschiedenen Polymeren der Schmelzpunkt bzw. die Glasübergangstemperatur bestimmt werden. weiterhin soll der Einfluss der</li> </ul>

	<p>thermischen Vorgeschichte auf die Schmelzpunkte und -enthalpien ermittelt werden und darauf auf die Größe der Kristallite in den Polymerproben geschlossen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung der Kettenbeweglichkeit von Polymeren/Elastomeren mittels Relaxationszeit-NMR.</li> <li>• Ermittlung der Polymerzusammensetzung mittels Pyrolyse-GC-MS bzw. IR-Spektroskopie</li> <li>• Morphologische Charakterisierung von Blends bzw. Nanokompositen durch TEM</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite (2 SWS) Vorlesung Polymeranalytik (1 SWS) Laborübung Polymere Materialien (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und technischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Polymere Materialien</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b> W. Keim, Kunststoffe, Synthese, Herstellungsverfahren, Apparaturen, Wiley-VCH Verlag, 2006 B. Tieke, Makromolekulare Chemie - Eine Einführung, Wiley-VCH Verlag, 2005 J. M. G. Cowie, Chemie und Physik der Synthetischen Polymere, Vieweg Verlag, 1991 M. D. Lechner, K. Gehrke, H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser Verlag, 2003 D. Braun, H. Cherdon, H. Ritter, Praktikum der makromolekularen Stoffe, Wiley-VCH Verlag, 1999 H.-G. Elias, Makromoleküle - Physikalische Strukturen und Eigenschaften (Band 1 bis 4), Wiley-VCH Verlag, 2001 H.-J. Endres, A. Siebert-Raths, Technische Biopolymere, Carl Hanser Verlag, 2009 H.-G. Elias, Makromoleküle - Band 1 Grundlagen, Hüthig Et Wepf Verlag, 1990</p> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p> <p><b>Vorlesung Polymeranalytik</b> W. F. Hemminger, H. K. Cammenga: Methoden der thermischen Analyse, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989 Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Bd. 5, Analysen und Messverfahren, Verlag Chemie Weinheim,</p> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>

7	<b>Weitere Angaben</b> Dozierende: U. Giese
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a> , Deutsches Institut für Kautschuktechnologie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> U. Giese

## Process Analytical Technology

<b>Modultitel</b> Process Analytical Technology		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Industrielle Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2/3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	60 h Präsenzzeit	120 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses des Konzepts der Prozessanalysetechnik zur Qualitätssicherung industrieller Produktionsprozesse in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die einzelnen Elemente der Prozess-Analysen-Technologie darzulegen und anzuwenden.</li> <li>• Eine Risikoanalyse durchzuführen und daraus eine statistische Versuchsplanung zu entwickeln.</li> <li>• Experimente eigenständig unter maximalen Informationsgewinn zu planen und auszuwerten.</li> <li>• die Möglichkeiten und Grenzen des online Prozessmonitoring zu einzuordnen und multivariate Sensordaten auszuwerten.</li> <li>• ausgehend von Bilanz- und Materialgleichungen die Stoffbilanzgleichungen für verschiedene Reaktortypen herzuleiten</li> <li>• Reaktionskinetiken auch von biotechnologischen Prozessen und deren Dynamik bei unterschiedlicher Fahrweise mathematisch zu beschreiben.</li> <li>• Ergebnisse unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Kriterien in Protokollen zusammenzuführen, zu erläutern und verständlich darzulegen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <p>Die Vorlesung soll Studierenden die universellen Konzepte der Process Analytical Technology (PAT) vermitteln, sie in die Modellierung und mathematische Analyse von (Bio)Prozessen einführen sowie Grundkenntnisse der Prozessregelung vermitteln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risikoanalyse und statistische Versuchsplanung für eine qualitätsorientiert Prozessplanung</li> <li>• Smart-Sensorik, spektroskopische Prozessüberwachung und multivariate Datenauswertung</li> <li>• Beschreibung von Bioprozessen anhand von Bilanz- und Materialgleichungen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung der Enzym- und Wachstumskinetik von Mikroorganismen bei satzweiser, kontinuierlicher und halb-kontinuierlicher Betriebsweise (Fed-Batch)</li> <li>• Vergleich und Anpassung von Modellen an reale Systeme</li> <li>• elementare Konzepte der Regelungstechnik und Wirkungsweise einfacher Regler</li> </ul> <p><b>Übung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FMEA anhand eines Beispielprozesses durchführen</li> <li>• Design of Experiments aufstellen und auswerten</li> <li>• Multivariate Datenauswertung spektroskopischer Daten</li> <li>• Numerische Simulation chemischer und komplexer biotechnologischer Prozesse</li> <li>• Identifizierung kinetischer Parameter</li> <li>• Verhalten der Grundtypen von Reglern und geregelten Prozessen</li> <li>• Allgemeine Konzepte der Prozessanalyse, sowie der mathematischen Modellierung und Regelung dynamischer Systeme.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Process Analytical Technology (2 SWS, mglw. als Block)</p> <p>Theoretische Übung Process Analytical Technology (2 SWS, mglw. als Block)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Studienleistungen</b></p> <p>Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen</b></p> <p>Hausarbeit</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> V: Solle Ü: Solle</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät Institut für Technische Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Solle</p>

## Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie

<b>Modultitel</b> Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	70 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich anhand von Fachliteratur selbstständig Kenntnisse über Algorithmen anzueignen.</li> <li>• mathematische und informatische Grundlagen zu erläutern und diese in einer Programmiersprache zu implementieren und anzuwenden.</li> <li>• Probleme kreativ flexibel und im Team zu lösen</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren</li> <li>• ihre Ideen voran zu bringen.</li> <li>• Konflikte zu lösen und Verantwortung zu übernehmen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung / Seminar</b> Eine Auswahl an Algorithmen aus folgenden Bereichen werden im Rahmen dieser Veranstaltung erläutert und in einer Programmiersprache implementiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung (z. B. Simplex, PSO, GA)</li> <li>• Integration von Differentialgleichungen (z. B. Runge-Kutta-Verfahren)</li> <li>• Lösung von Gleichungssystemen (z. B. Gauß-Elimination)</li> <li>• Sequenzanalyse (z. B. Hidden Markov Modell)</li> <li>• Cluster-Analyse (z. B. k-means-Clustering)</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse (z. B. NIPALS-Algorithmus)</li> <li>• Klassifikation (z. B. SVM, Naive Bayes)</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie (3 SWS) Seminar Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie (2 SWS)</p>	
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>	

4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Studienleistungen</b> VbP (Präsentation (PR)) Programmierung von Algorithmen im Bereich Life Science und Chemie (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ), 40 Zeitstunden
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbücher des LUIS zu oben genannten Themen, <a href="https://www.luis.uni-hannover.de/de/services/kurse-beratung-und-support/handbuecher/">https://www.luis.uni-hannover.de/de/services/kurse-beratung-und-support/handbuecher/</a></li> <li>• Chemometrics: Statistics and Computer Application in Analytical Chemistry, M. Otto, Wiley-VCH 2007</li> <li>• Numerische Methoden: Näherungsverfahren und ihre praktische Anwendung von J. Douglas Faires, Richard L. Burden, und Marita Blankenhagel, Spektrum 2000</li> </ul> Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Lindner
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie, LE Chemie, <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Lindner

## Radiochemie und Radioanalytik I

<b>Modultitel</b> Radiochemie und Radioanalytik I		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung von vertieften Kenntnissen zu ionisierender Strahlung, Radioaktivität, Radiochemie und Radioanalytik in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende). Besonderer Schwerpunkt des Moduls liegt auf den Umweltaspekten des Themengebiets sowie der Wirkung der ionisierenden Strahlung auf den Menschen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Kernphysik, der Radiochemie und der Radioökologie widerzugeben und zu erläutern.</li> <li>• Ionisierende Strahlung zu charakterisieren und nachzuweisen.</li> <li>• die Nuklidkarte und Anwendungen der Isotopie in der Chemie zu beschreiben.</li> <li>• Grundbegriffe des Strahlenschutzes zu erläutern.</li> <li>• Funktionsweisen der wichtigsten radioanalytischen und massenspektrometrischen Methoden in der Radionuklidanalyse zu beschreiben.</li> <li>• emotionale Beiträge in der öffentlichen Diskussion rund um nukleare Themenkomplexe kritisch zu betrachten.</li> <li>• analytische Messergebnisse auszuwerten und zu bewerten.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung Grundlagen der Radioaktivität und des Strahlenschutzes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe und Energien bei Kernen, Wirkungsquerschnitt, Schrödingergleichung, Heisenbergsche Unschärferelation</li> <li>• Überblick Radioaktive Zerfallsarten, Einführung Nuklidkarte, Kerneigenschaften</li> <li>• Natürliche Radioaktivität: kosmogen, primordial, radiogen, dabei die drei Zerfallsreihen und Gleichgewichte Anthropogene Radioaktivität</li> <li>• Bestimmung natürlicher Radioaktivität</li> <li>• Bindungsenergie Tröpfchenmodell Beispiel</li> <li>• Alpha Zerfall</li> <li>• Beta Zerfall</li> <li>• Schalenmodell des Atomkerns</li> <li>• Gamma Zerfall</li> <li>• Neutronen / Detektion und Anwendung</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutronen induzierte Kernspaltung / Reaktoren</li> <li>• Medizinische Verwendung von Radionukliden</li> </ul> <p><b>Laborübung Radioanalytische Instrumentierung und Messtechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie des radioaktiven Zerfalls</li> <li>• Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Abstandsgesetz Strahlenmessverfahren für Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung</li> <li>• Messung kurzlebiger Töchter der Uran-Zerfallsreihe</li> <li>• Neutronenaktivierung</li> <li>• Dosimetrie von Strahlenexpositionen</li> <li>• Messung von natürlicher Radioaktivität</li> <li>• Auswertung experimentell erhobener Daten und angemessene wissenschaftliche Darstellung daraus abgeleiteter Versuchsergebnisse.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Grundlagen der Radioaktivität und des Strahlenschutzes (2 SWS) Laborübung Radioanalytische Instrumentierung und Messtechnik (5 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Interesse an analytischer und anorganischer Chemie sowie Physik</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Radioanalytische Instrumentierung</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>J. Lehto, X. Hou, Chemistry and Analysis of Radionuclides, Wiley-VCH, 2011 J.-V. Kratz, K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Vol. 1 &amp; 2, Wiley-VCH, 2013</p> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Walther</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Fakultät für Mathematik und Physik, Institut für Radioökologie und Strahlenschutz; <a href="http://www.irs.uni-hannover.de/">http://www.irs.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Walther</p>

## Radiochemie und Radioanalytik II (mit Möglichkeit zum Fachkunderwerb)

Modultitel Radiochemie und Radioanalytik II (mit Möglichkeit zum Fachkunderwerb)		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung von vertieften und erweiterten Kenntnissen zu Radiochemie und Radioanalytik in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende). In diesem Modul kann die Fachkunde Strahlenschutz erworben werden, die Voraussetzung zur Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten ist. Dieser ist vorgeschrieben für alle Einrichtungen/Labors, die mit radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenze umgehen oder Röntgenanlagen betreiben. Ein weiterer Schwerpunkt des Moduls liegt auf den Umweltaspekten des Themengebiets. Ebenfalls behandelt wird die Wirkung der ionisierenden Strahlung auf den Menschen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radionuklide zu analysieren.</li> <li>• radioanalytische Messtechnik zu beschreiben und anzuwenden.</li> <li>• Messprinzipien von Alpha-, Beta- und Gammaskpektrometrie darzulegen.</li> <li>• radiochemische Trennungen zweckgemäß durchzuführen.</li> <li>• chemische Eigenschaften natürlicher und künstlicher Radionuklide zu beschreiben.</li> <li>• das Thema in der öffentlichen Diskussion kritisch zu betrachten.</li> <li>• analytische Messergebnisse auszuwerten und zu bewerten.</li> <li>• spezifische (auch Spuren-) Analysetechniken und Methoden anzuwenden.</li> <li>• experimentell erhobener Daten auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse angemessen wissenschaftliche darzustellen, mit einem Schwerpunkt auf der Betrachtung der statistischen Relevanz von Ergebnissen.</li> <li>• Experimentelle Ergebnisse kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung Strahlenschutz und Radioökologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Grundbegriffe der Kernphysik, ionisierenden Strahlung, Radiochemie und Radioökologie</li> <li>• Dosimetrie</li> <li>• Natürliche Radionuklide und durch sie verursachte Dosis</li> <li>• Expositionspfade</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Strahlenwirkung / Historie und Radiumtherapie /Dosis - Risiko Zusammenhänge</li> <li>• Epidemiologische Studien (LSS, Preston, Radon Wismut Kohorte, KIKK)</li> <li>• AVV zu StrSchV §47 Ausbreitung aus kerntechnischen Anlagen</li> <li>• Nicht-ionisierende Strahlung</li> <li>• Strahlenschutz beim Fliegen und in der Raumfahrt</li> <li>• Strahlenschutzrecht/Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten (SSB)</li> <li>• Übungen zur Fachkundeprüfung</li> </ul> <p><b>Vorlesung Chemie und physikalische Analysemethoden von Radionukliden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Aspekte von Kernreaktionen</li> <li>• Kernspaltung und Erzeugung von Radionukliden</li> <li>• Chemie ausgewählter natürlicher und künstlicher Radionuklide</li> <li>• Radiometrische Messtechniken (alpha, beta, gamma)</li> <li>• Neutronen Aktivierungsanalyse</li> <li>• Chemische Aspekte in der Analyse von Radionukliden</li> </ul> <p><b>Laborübung Radioanalytik (vormals Radiochemisches Praktikum)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gammaskopie</li> <li>• Beta-Spektrometrie (Tritium-Analyse)</li> <li>• Radiochemische Trennung</li> <li>• Alpha-Spektrometrie</li> <li>• Wischtest</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Strahlenschutz und Radioökologie (2 SWS)</p> <p>Vorlesung Chemie und physikalische Analysemethoden von Radionukliden (1 SWS)</p> <p>Laborübung Radioanalytik (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung und Laborübung:</b> Abgeschlossenes Modul „Radiochemie und Radioanalytik I“</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Interesse an analytischer und anorganischer Chemie sowie Physik</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Radioanalytische Instrumentierung</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>J. Lehto, X. Hou, Chemistry and Analysis of Radionuclides, Wiley-VCH, 2011</p> <p>J.-V. Kratz, K.H. Lieser, Nuclear and Radiochemistry, Vol. 1 &amp; 2, Wiley-VCH, 2013</p> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>

	<b>Weitere Angaben</b>
7	<b>Dozierende:</b> Vorlesung 1: Walther Vorlesung 2: Dubchak Laborübung: Walther
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik, Institut für Radioökologie und Strahlenschutz; <a href="http://www.irs.uni-hannover.de/">http://www.irs.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Walther

## Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen

Modultitel Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	70 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M. Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Radioanalytik extraterrestrischer Materialien durch In-Situ Messungen bei Weltraummissionen (für Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• spezielle Messmethoden der Radioanalytik zu beschreiben.</li> <li>• die physikalischen und chemischen Grundlagen der einzelnen Messmethoden zu erläutern.</li> <li>• die für die unterschiedlichen Einsatzgebiete geeigneten Methoden auszuwählen.</li> <li>• die Messdaten zu analysieren und zu interpretieren</li> <li>• an aktuellen Beispielen besprochene Methoden auf andere Systeme und Einsatzgebiete zu übertragen.</li> <li>• sich in spezielle Themenbereiche einzuarbeiten, sich diese anzueignen und sie zu verwenden.</li> <li>• in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• aus Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu beurteilen.</li> <li>• Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Vorlesung</b> In der Vorlesung werden die verschiedenen radioanalytischen Methoden und Verfahren besprochen, insbesondere ihr Funktionsprinzip. Dabei wird eingehend auf die physikalischen und chemischen Grundlagen eingegangen. Ein Schwerpunkt wird sein, die Empfindlichkeit der unterschiedlichen Methoden zu erarbeiten, und ihre Nachweisgrenzen. Typische Methoden zur Charakterisierung werden behandelt: Mößbauer-Spektroskopie, ESR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, andere optische Methoden, Röntgenfluoreszenz und Röntgenspektroskopie, Neutronenspektrometrie, Gamma-Spektrometrie, etc. Ein Schwerpunkt liegt auf den NASA Mars Exploration Rover Missionen.</p> <p><b>Seminar</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Vorlesungsthemen in Form einer Ausarbeitung und einem zugehörigen Vortrag.</li> <li>• Spezielle wissenschaftliche Lehr-, Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen (1 SWS) Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen (3 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Kenntnisse in anorganischer und physikalischer Chemie, Atomphysik
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung</b> Carle M. Pieters and Peter A.J. Englert, Remote Geochemical Analysis: Elemental and Mineralogical Composition, Cambridge University Press, 1993. ISBN 0-521-40281-6. W.G. Rees, Physical Properties of Remote Sensing, Cambridge University Press, 2012. P. Gütllich, E. Bill, A.X. Trautwein, Mössbauer Spectroscopy and Transition Metal Chemistry, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2011. ISBN: 978-3-540-88428-6. Lucy-Ann McFadden, Paul R. Weissmann, Torrence V. Johnson (eds.), Encyclopedia of the Solar System, Sec. Ed.,; Elsevier Academic Press 2007; ISBN-13: 978-0-12-088589-3. <b>Laborübungen</b> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben. Optional findet eine Exkursion statt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Renz
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Renz

## Strukturelle Biochemie

<b>Modultitel</b> Strukturelle Biochemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Einführung in die Proteinkristallographie und Kryoelektronenmikroskopie mit einem Fokus auf die Anwendung zum Verständnis enzymatischer Reaktionsmechanismen in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinstrukturen strukturell zu analysieren.</li> <li>• Experimente zur Untersuchung enzymatischer Reaktionsmechanismen zu entwerfen.</li> <li>• Proteinstrukturen (experimentell bestimmt und vorhergesagt) für verschiedene Anwendungen (z.B. Design von Wirkstoffen) zu nutzen.</li> <li>• Vorgeschlagene enzymatische Reaktionsmechanismen kritisch zu analysieren.</li> <li>• Die Aussagekraft und Grenzen enzymatischer Reaktionsmechanismen für potenzielle Anwendungsfelder zu analysieren und kritisch zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung/ Übung/ Laborübung Strukturelle Biochemie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Gewinnung von hochreinen Enzymen</li> <li>• Einführung in die Proteinkristallographie</li> <li>• Einführung in die Kryoelektronenmikroskopie</li> <li>• Design und theoretische Durchführung enzymatischer Assays</li> <li>• Verwertung struktureller Daten zum Verständnis enzymatischer Reaktionen in Kombination mit biochemischen Daten</li> <li>• Aktuelle Beispiele aus der Naturstoffbiosynthese</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Strukturelle Biochemie (2 SWS) Theoretische Übung Strukturelle Biochemie (2 SWS)	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie; Kenntnisse der Biochemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Strukturelle Biochemie</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ), 40 Zeitstunden</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology. Bernhard Rupp (Autor), ISBN 978-0815340812</li> <li>• Single-particle Cryoem of Biological Macromolecules (Biophysical Society). Robert M. Glaeser (Autor), Wah Chiu (Autor), Eva Nogales (Autor), ISBN 978-0750330374</li> <li>• Enzymatic Reaction Mechanisms. Perry A. Frey (Autor), Adrian D. Hegeman (Autor), Oxford University Press, ISBN 978-0195122589</li> </ul> <p>Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Köhnke</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Lebensmittelchemie; <a href="http://www.lci.uni-hannover.de">http://www.lci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Köhnke</p>

**Team Track: Introduction to the Julia Programming Language and Open Source Development**

<b>Modultitel</b> Team Track: Introduction to the Julia Programming Language and Open Source Development		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> Pflanzenbiotechnologie MSc		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 4 Wochen
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 h	80 h Präsenzzeit	100 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Molekulare Mikrobiologie, M.Sc. Life Science, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Physik		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Programmiersprache Julia und deren Anwendung (für fortgeschrittene Masterstudierende). In diesem Modul lernen Studierende ohne oder mit geringen Programmiererfahrungen fragen- und problemorientiert, während sie in Teams an realen Softwareprojekten arbeiten. Sie werden in die Programmiersprache Julia, Open Source und Open-Science-Praktiken eingeführt und tragen zur Schaffung freier, transparenter und nachhaltig nutzbarer wissenschaftlicher Software bei.</p> <p>Nach Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu Open-Source-Projekten beizutragen.</li> <li>• Programme in der Programmiersprache Julia zu Schreiben</li> <li>• fremde Quellcodes zu lesen und zu analysieren.</li> <li>• Versionskontrollsoftware zu verwenden, um die Robustheit und Reproduzierbarkeit ihrer computergestützten Arbeit zu erhöhen.</li> <li>• Das Terminal zu verwenden, um Programme auszuführen und zu Pipelines zu kombinieren.</li> <li>• bewährte Verfahren zur Zusammenarbeit an Software im Kontext von Open Science zu erörtern.</li> <li>• in Softwareprojekten zusammenzuarbeiten.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Terminal:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dateien und Verzeichnisse</li> <li>• Befehls Pipelines und Filter</li> <li>• Programmschleifen</li> <li>• Skripte</li> <li>• Finden und suchen</li> </ul> <p><b>Git:</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einrichten</li> <li>• Nachverfolgen von Änderungen</li> <li>• Verlauf</li> <li>• Remote-Repositories</li> <li>• Zusammenarbeit</li> <li>• Konflikte lösen</li> <li>• Gitlab/ Github</li> </ul> <p><b>Julia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschied zu anderen Sprachen</li> <li>• Umgang mit dem REPL</li> <li>• Arbeiten mit Typen</li> <li>• Arbeiten mit Funktionen</li> <li>• Arbeiten mit Modulen</li> <li>• Arbeiten mit Paketen und Umgebungen</li> <li>• Zusatzfunktionen</li> <li>• Verbreitete Entwicklungsumgebungen</li> </ul> <p>Anschließend wählen die Studierenden ein bestehendes Softwareprojekt aus und arbeiten daraufhin einen positiven Beitrag zu leisten. Die Studierenden lernen und üben die Zusammenarbeit in Softwareprojekten.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Seminar (6 SWS, als Block)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ) Beitrag zu einem existierenden Softwareprojekt mit offenem Quellcode, 120 Zeitstunden</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ, Präsentation der Ergebnisse), 20 Zeitstunden</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://benlauwens.github.io/ThinkJulia.jl/latest/book.html">https://benlauwens.github.io/ThinkJulia.jl/latest/book.html</a></li> <li>• <a href="https://software-carpentry.org/lessons/">https://software-carpentry.org/lessons/</a></li> </ul>

7	<b>Weitere Angaben</b> Dozenten: Christ
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Zellbiologie und Biophysik <a href="https://www.cell.uni-hannover.de">https://www.cell.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Christ

## Thermische Trennverfahren für die katalytische Synthese

<b>Modultitel:</b> Thermische Trennverfahren für die katalytische Synthese		<b>Kennnummer/Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> <b>Wahlpflicht</b>
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Technische Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 hours	70 Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>	
	<p>Das Modul dient der einem vertieften und erweiterten Verständnisses der (bio)katalytischen Synthese und Isolierung der entstehenden Produkte. Neben den theoretischen Grundlagen verschiedener Trennmethode vermittelt der Laborkurs auch praktische Fertigkeiten in modernen mehrstufigen Aufreinigungsverfahren.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Konzepte der (bio)katalytischen Synthese zu erläutern.</li> <li>• grundlegende Konzepte von Trenntechniken zu erläutern, zu beschreiben und zu bewerten.</li> <li>• sich mit aktuellen Forschungsthemen auseinandersetzen.</li> <li>• Methoden der Literaturrecherche zur Datenbeschaffung anzuwenden.</li> <li>• selbstständig Lehrbücher und Fachliteratur zu nutzen, um ein vertieftes Verständnis der Technischen Chemie und der Bioprozesstechnik zu entwickeln und in einen interdisziplinären Zusammenhang zu stellen.</li> <li>• Grundlagen der Apparate, des Designs und der Trennparameter darzulegen.</li> <li>• wissenschaftliche Poster zu erstellen und diese in englischer Sprache zu präsentieren</li> <li>• wissenschaftliche Computerprogramme zur Darstellung und Analyse wissenschaftlicher Daten zu nutzen.</li> <li>• Trennverfahren für eine Vielzahl von (industriellen) Problemstellungen zu planen.</li> <li>• sich schnell in bisher unbekannte Themen einzuarbeiten und selbstständig Informationen zu einem klar umrissenen Thema zu sammeln, zusammenzustellen, in experimentelle Arbeiten umzusetzen und in geeigneter schriftlicher Form zu präsentieren.</li> <li>• geeignete Medien für die Präsentation auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• ihre Arbeit selbstständig zu organisieren und Termine einzuhalten.</li> <li>• eine sinnvolle Struktur für ihre Arbeitsprozesse zu entwickeln und diese zielorientiert auszuführen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte</b>  <b>Vorlesung</b>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biokatalyse und Trennverfahren</li> <li>• Biokatalytische Synthese</li> <li>• Mechanische Trennverfahren</li> <li>• Thermische Trennverfahren</li> </ul> <p><b>Laborübung / Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computergestützte Werkzeuge im Bereich der enzymatischen Synthese</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten in Kleingruppen eigene Präsentationen zu aktuellen Themen der Trenntechniken im Bereich der enzymatischen Synthese</li> <li>• Die Studierenden erstellen in Kleingruppen eigene wissenschaftliche Poster zu aktuellen Themen der Trenntechniken im Bereich der enzymatischen Synthese und präsentieren diese</li> <li>• Verfahrenstechnik mit Excel</li> <li>• Phasendiagramme (VLE, LLE, SLE)</li> <li>• allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Organisierte und zielorientierte Arbeitsweise.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Thermische Trennverfahren für die katalytische Synthese (2 SWS)          Laborübung Mechanische und thermische Trennverfahren (2 SWS)          Seminar Mechanische und thermische Trennverfahren (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b></p> <p>VbP (Laborübung) Mechanische und thermische Trennverfahren</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <p>VbP</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, R. Palkovits, U. Onken, A. Renken. Technische Chemie, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2013. ISBN: 978-3-527-33072-0.</li> <li>2. M. Jakobith. Grundoperationen und chemische Reaktionstechnik, Wiley, 1998. ISBN: 9783527288700.</li> <li>3. M. Zogg. Einführung in die mechanische Verfahrenstechnik, 3. Aufl., Teubner, Stuttgart, 1993. ISBN: 3-519-16319-5.</li> <li>4. K. Sattler. Thermische Trennverfahren, John Wiley &amp; Sons, Hoboken, 2012. ISBN: 9783527302437.</li> <li>5. K. Sattler, T. Adrian. Thermische Trennverfahren. <i>Aufgaben und Auslegungsbeispiele</i>, 2.</li> </ol>

	<p>Aufl., Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim, 2016. ISBN: 978-3-527-33896-2.</p> <p>6. K. Faber. Biotransformations in Organic Chemistry. <i>A Textbook</i>, 7. Aufl., Springer International Publishing, Cham, 2018. ISBN: 978-3-319-61589-9.</p> <p>7. U. Feuerriegel. Verfahrenstechnik mit EXCEL. <i>Verfahrenstechnische Berechnungen effektiv durchführen und professionell dokumentieren</i>, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016. ISBN: 978-3-658-02902-9.</p> <p>8. VDI heat atlas, 2. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. ISBN: 978-3-540-77876-9.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Vorlesung: Meyer Laborübung: Meyer Seminar: Meyer <b>Anzahl der Teilnehmenden: 16</b></p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Kara, Meyer</p>

## Totale Biosynthese

<b>Modultitel</b> Totale Biosynthese		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe oder SoSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
Keine		
	<b>Qualifikationsziele</b>	
	<p>Das Modul dient der Vermittlung von grundlegenden und fortgeschrittenen Kenntnissen der Gesamtbiosynthese. Es werden die Grundlagen des mikrobiellen Biosynthese-Engineering bei Pflanzen, Bakterien und Pilzen behandelt. Verschiedene technische Konzepte werden anhand der aktuellen und neueren Literatur veranschaulicht. Abschließend werden zukünftige Herausforderungen für die Forschung diskutiert.</p>	
1	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede in den Biosynthesewegen für Alkaloide, Terpene, Peptide und Polyketide im Hinblick auf ihren strategischen Aufbau darzulegen.</li> <li>• verschiedene Engineering-Methoden (einschließlich Biotransformation, gerichtete Biosynthese, Mutationssynthese, Knockout, Up- und Down-Regulation von Stoffwechselwegen, heterologe Expression und Refactoring, Aufbau von de-novo Stoffwechselwegen) zu beschreiben.</li> <li>• Vor- und Nachteile der verschiedenen Wirtsorganismen und Engineering-Strategien zu erläutern.</li> <li>• für verschiedene Klassen und Quellen von Naturstoffen mögliche technische Verfahren auszuweisen.</li> </ul>	

2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das NP-Engineering. Warum ist es erforderlich? Was sind die wichtigsten Methoden?</li> <li>• Biotransformation und gerichtete Biosynthese - Vorteile und Nachteile;</li> <li>• Manipulation von Stoffwechselwegen durch Knockout;</li> <li>• Pathway Manipulation durch Medienmanipulation und Regulator Engineering;</li> <li>• Semi-Synthese;</li> <li>• Mutasynthese;</li> <li>• Heterologe Expression von vollständigen Stoffwechselwegen für bekannte Verbindungen;</li> <li>• Heterologe Expression und Refactoring von Stoffwechselwegen für bekannte Verbindungen;</li> <li>• Mix-and-Match Pathway Construction für neue Verbindungen;</li> <li>• Entwicklung von maßgeschneiderten Enzymen;</li> <li>• Entwicklung von Kernenzymen;</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen.</li> </ul> <p><b>Übung</b> Übungen zur Unterstützung der Vorlesungen - Schwerpunkt auf der Verbesserung des Verständnisses und der Problemlösungsfähigkeiten der Studenten. Schwerpunkt auf der Integration von Wissen und Verknüpfung mit früheren Pflichtmodulen.</p> <p><b>Seminar</b> Verknüpfung mit aktueller Literatur und selbständiger Arbeit an aktuellen Themen, mit vertiefter Diskussion von Seminarthemen, die den Horizont der Studierenden erweitern sollen.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> Verbindungen zwischen Chemie und Themen der Biotechnologie, Biowissenschaften, Pflanzenkunde und Mikrobiologie. Erweiterung des Themenbereichs unter Beibehaltung wichtiger chemischer Verbindungen zu den Kernfächern.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Totale Biosynthese (2 SWS) Theoretische Übung Totale Biosynthese (1 SWS) Seminar Totale Biosynthese (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Abschluss von Pflichtmodulen</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Totale Biosynthese (eigener Vortrag im Seminar)</p>

	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten
6	<b>Literatur</b> Es gibt kein spezielles Lehrbuch - Nutzung der umfangreichen wissenschaftlichen Literatur.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Cox
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Cox

## Verfahrenstechnik für Produktionsprozesse und kontinuierliche Systeme

<b>Modultitel:</b> Verfahrenstechnik für Produktionsprozesse und kontinuierliche Systeme		<b>Kennnummer/Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Industrielle Chemistry	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2./3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 hours	70 Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>	
	<p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses vorgeschalteter Grundoperationen der industriellen Herstellung von Produkten und Zellen. Studierende erhalten einen Überblick über verschiedene Herstellungsverfahren und die grundlegenden Methoden von modernen biopharmazeutischen Prozessen. Neue Technologien zur Herstellung neuer Biologicals sowie Zelltherapien werden besprochen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Wachstum, die Kinetik und die Kultivierung von Zellen zu erläutern</li> <li>• die Prinzipien der Bioverfahrenstechnik anwenden zu können</li> <li>• die Funktion von Bioreaktoren und deren industrielle Anwendung zu erläutern</li> <li>• technische/industrielle Kultivierungsverfahren zu beurteilen</li> <li>• die verschiedenen Enzym-Immobilisierungsstrategien zu erläutern</li> <li>• die Prinzipien der und in der industriellen Biokatalyse im Hinblick auf Anwendungsfelder zu bewerten.</li> <li>• Strategien zur Arzneimittel- und Prozessentwicklung bis zur großtechnischen Herstellung fachlich korrekt zu beurteilen.</li> <li>• sich schnell in bisher unbekannte Themen einzuarbeiten und selbstständig Informationen zu einem klar umrissenen Thema zu sammeln, zusammenzustellen, in experimentelle Arbeiten umzusetzen.</li> <li>• in geeigneter schriftlicher Form zu präsentieren.</li> <li>• geeignete Medien für die Präsentation auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• ihre Arbeit selbstständig zu organisieren und Termine einzuhalten.</li> <li>• eine sinnvolle Struktur für ihre Arbeitsprozesse zu entwickeln und diese zielorientiert auszuführen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte</b>	
	<b>Vorlesung</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellwachstum und -kinetik</li> <li>• (Bio)reaktoren und Betriebsarten</li> <li>• Prozesskontrolle</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scale-up (Maßstabsvergrößerung)</li> <li>• Zellkulturtechnik</li> <li>• Steriltechnik</li> <li>• Anwendung von Kultivierungsverfahren</li> <li>• Zellaufschluss</li> <li>• Immobilisierung von Enzymen</li> <li>• Biokatalyse</li> </ul> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Enzymkinetiken für Oxidoreduktasen katalysierte Systeme</li> <li>• Modellierung kontinuierlicher Synthesen im CSTR Reaktor</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studentische Vorträge in kleinen Gruppen zu aktuellen Themen des technischen Einsatzes von Enzymen in der Industrie, von (Bio-)Prozesse im technischen Maßstab oder kontinuierlichen Produktionssystemen.</li> <li>• Wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken</li> <li>• Organisierte und zielorientierte Arbeitsweise.</li> </ul>
3	<p><b>Mode of teaching</b> Vorlesung Upstream Processing in (Bio)chemischen Anwendungen (2 SWS) Laborübung Enzym Membran Reaktor zur kontinuierlichen Synthese (2 SWS) Seminar Kontinuierliche (Bio) Prozesse und technische Enzyme (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> Keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Projektorientierte Prüfungsform (PJ), 40 Zeitstunden</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Chmiehl: Bioprosesstechnik, Spektrum Verlag 2011, ISBN 978-3-8274-2476-1V. Hass, R. Pörtner: Praxis der Biotechnologie, Spektrum Verlag 2009, ISBN 978-3-8274-1795-4</li> <li>2. W. Storch: Bioverfahrenstechnik, Wiley-VCH 2003, ISBN 3-527-28866-X</li> <li>3. A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey. Industrial Biotransformations, Second Edition. Wiley, 2006, Print ISBN:9783527310012  Online ISBN:9783527608188 DOI:10.1002/3527608184.</li> </ol>

	<p><b>Seminar</b> Reviews und Primärliteratur aus internationalen Fachzeitschriften.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b> <b>Lecturer(s):</b> Vorlesung: Kara, Beutel, Solle, Lavrentieva Laborübung: Meyer Seminar: Kara <b>Number of participants: 16</b></p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Kara</p>

## Wirkstoffchemie

<b>Modultitel</b> Wirkstoffchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> SoSe	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Kenntnisse in der Wirkstoffchemie in Theorie und Praxis. Dabei werden sowohl Grundlagen in der Wirkstoff-Optimierung und der Medizinalchemie vermittelt, als auch spezifische Fachkenntnisse zu Wirkstoffklassen und Indikationen. Unterschiedliche Therapiekonzepte werden am Beispiel der Indikationen Diabetes und Krebs erläutert</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge zwischen Strukturelementen von organischen Verbindungen und physiologischen Eigenschaften zu erläutern.</li> <li>• metabolische Stabilität von organischen Molekülen zu bewerten.</li> <li>• Methoden zur Leitstrukturoptimierung zu beurteilen.</li> <li>• Konzepte zur Verbesserung der Eigenschaften potentieller Wirkstoffe weiter zu entwickeln.</li> </ul>	

2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung Grundlagen der Medizinischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne Methoden der Medizinalchemie</li> <li>• Therapeutische Modalitäten (kleine Moleküle, Antikörper, RNA)</li> <li>• Konzepte zur Leitstrukturfindung</li> <li>• Optimierungsparameter, insbesondere im Bereich ADME (Absorption, Distribution, Metabolismus, Exkretion)</li> <li>• Pharmakokinetik</li> <li>• Optimierungsstrategien</li> </ul> <p><b>Vorlesung Wirkstoffmechanismen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Indikationsspezifischen Therapiekonzepten</li> <li>• Wirkstoff-Klassen (Kinase Inhibitoren, Protease Inhibitoren)</li> <li>• Pharmakologie der Stoffwechselerkrankungen</li> <li>• Behandlung onkologischer Erkrankungen</li> <li>• Detaillierte Diskussion der Wirkweise von Pharmaka</li> <li>• Fallbeispiele</li> </ul> <p><b>Übung Naturstoffchemie und biologisch aktive Substanzen</b></p> <p>Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen der Medizinische Chemie und Wirkstoff-Mechanismen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Wirkstoff-Forschung anhand aktueller Probleme aus der medizinalchemischen Literatur.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p>Die Nutzung moderner Medien und Lehrmethoden zur Aneignung des Wissens. Anknüpfungen zu biomedizinischen Fragestellungen. Erweiterung analytischen Denkens.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Grundlagen der Medizinischen Chemie (1 SWS)</p> <p>Vorlesung Wirkstoffklassen (2 SWS)</p> <p>Theoretische Übung Wirkstoffchemie (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Wirkstoffchemie</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>

6	<b>Literatur</b> G. Klebe Wirkstoffdesign, 2.Auflage, Spektrum Verlag, ISBN 978-3-8274-2046-6 E.Stevens Medicinal chemistry: the modern drug discovery process, Pearson, ISBN 978-0321892706 R.B. Silverman, M.W. Holladay The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, 3. Auflage, Academic Press, ISBN 978-0123820303  Sowie aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Vorlesung 1: Plettenburg, Jürjens Vorlesung 2: Plettenburg, Jürjens Übung: Plettenburg, Jürjens
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Plettenburg

# Projektorientierte Wahlpflichtmodule

## Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Analytical Chemistry

<b>Modultitel</b> Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Analytical Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe oder SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Einübung allgemeiner Vorgehensweisen bei der Entwicklung und Beantragung eines Forschungsvorhabens im Themengebiet Analytical Chemistry unter technisch-funktionalen, rechtlichen, ethischen und ökonomischen Gesichtspunkten (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Forschungsprojekt selbstständig wissenschaftlich zu entwickeln.</li> <li>• neben den rein wissenschaftlichen Aspekten auch die Aktualität des Themas und den Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen zu erarbeiten.</li> <li>• sich kritisch mit einer Projektidee auseinanderzusetzen.</li> <li>• moralisch-ethische Implikationen und gesamtgesellschaftlich relevante Fragen der Chemie zu beschreiben.</li> <li>• ein Projekt in Bezug auf Relevanz bzw. Realisierbarkeit auch im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien zu beurteilen.</li> <li>• eine Projektidee vorzustellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. Gutachtern im Rahmen eines Seminarvortrags zu verteidigen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden sollen zu aktuellen Forschungsthemen im Themengebiet Analytical Chemistry ein Forschungsprojekt entwickeln. Das Thema des zu erarbeitenden Forschungsprojekts ergibt sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die im Schwerpunkt Analytical Chemistry des Studiengangs beteiligten Dozierenden tätig sind.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt- und Innovationsmanagement: Marktanalysen, Kosten-Nutzen-Bilanzen, ökologische Aspekte, Aufstellung von Kostenplänen und Effizienzkalkulationen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden Methoden zur Einschätzung der Literatursituation und der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Analytical Chemistry (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Seminar:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht (Forschungsantrag)
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Analytical Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Chemical Physics and Computations

Modultitel Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Chemical Physics and Computations		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe oder SoSe	Sprache Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Einübung allgemeiner Vorgehensweisen bei der Entwicklung und Beantragung eines Forschungsvorhabens im Themengebiet Chemical Physics and Computations unter technisch-funktionalen, rechtlichen, ethischen und ökonomischen Gesichtspunkten (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Forschungsprojekt selbstständig wissenschaftlich zu entwickeln.</li> <li>• neben den rein wissenschaftlichen Aspekten auch die Aktualität des Themas und den Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen zu erarbeiten.</li> <li>• sich kritisch mit einer Projektidee auseinanderzusetzen.</li> <li>• moralisch-ethische Implikationen und gesamtgesellschaftlich relevante Fragen der Chemie zu beschreiben.</li> <li>• ein Projekt in Bezug auf Relevanz bzw. Realisierbarkeit auch im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien zu beurteilen.</li> <li>• eine Projektidee vorzustellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. Gutachtern im Rahmen eines Seminarvortrags zu verteidigen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden sollen zu aktuellen Forschungsthemen im Themengebiet Chemical Physics and Computations ein Forschungsprojekt entwickeln. Das Thema des zu erarbeitenden Forschungsprojekts ergibt sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die im Schwerpunkt Chemical Physics and Computations des Studiengangs beteiligten Dozierenden tätig sind.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt- und Innovationsmanagement: Marktanalysen, Kosten-Nutzen-Bilanzen, ökologische Aspekte, Aufstellung von Kostenplänen und Effizienzkalkulationen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden Methoden zur Einschätzung der Literatursituation und der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Chemical Physics and Computations (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Seminar:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht (Forschungsantrag)
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Chemical Physics and Computations des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Industrial Chemistry

<b>Modultitel</b> Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Industrial Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe oder SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Einübung allgemeiner Vorgehensweisen bei der Entwicklung und Beantragung eines Forschungsvorhabens im Themengebiet Industrial Chemistry unter technisch-funktionalen, rechtlichen, ethischen und ökonomischen Gesichtspunkten (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ein Forschungsprojekt selbstständig wissenschaftlich zu entwickeln.</li> <li>neben den rein wissenschaftlichen Aspekten auch die Aktualität des Themas und den Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen zu erarbeiten.</li> <li>sich kritisch mit einer Projektidee auseinanderzusetzen.</li> <li>moralisch-ethische Implikationen und gesamtgesellschaftlich relevante Fragen der Chemie zu beschreiben.</li> <li>ein Projekt in Bezug auf Relevanz bzw. Realisierbarkeit auch im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien zu beurteilen.</li> <li>eine Projektidee vorzustellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. Gutachtern im Rahmen eines Seminarvortrags zu verteidigen.</li> </ol>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden sollen zu aktuellen Forschungsthemen im Themengebiet Industrial Chemistry ein Forschungsprojekt entwickeln. Das Thema des zu erarbeitenden Forschungsprojekts ergibt sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die im Schwerpunkt Industrial Chemistry des Studiengangs beteiligten Dozierenden tätig sind.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt- und Innovationsmanagement: Marktanalysen, Kosten-Nutzen-Bilanzen, ökologische Aspekte, Aufstellung von Kostenplänen und Effizienz kalkulationen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden Methoden zur Einschätzung der Literatursituation und der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Industrial Chemistry (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Seminar:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht (Forschungsantrag)
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Industrial Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Materials for Life

Modultitel Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Materials for Life		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe oder SoSe	Sprache Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Einübung allgemeiner Vorgehensweisen bei der Entwicklung und Beantragung eines Forschungsvorhabens im Themengebiet Materials for Life unter technisch-funktionalen, rechtlichen, ethischen und ökonomischen Gesichtspunkten (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Forschungsprojekt selbstständig wissenschaftlich zu entwickeln.</li> <li>• neben den rein wissenschaftlichen Aspekten auch die Aktualität des Themas und den Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen zu erarbeiten.</li> <li>• sich kritisch mit einer Projektidee auseinanderzusetzen.</li> <li>• moralisch-ethische Implikationen und gesamtgesellschaftlich relevante Fragen der Chemie zu beschreiben.</li> <li>• ein Projekt in Bezug auf Relevanz bzw. Realisierbarkeit auch im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien zu beurteilen.</li> <li>• eine Projektidee vorzustellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. Gutachtern im Rahmen eines Seminarvortrags zu verteidigen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden sollen zu aktuellen Forschungsthemen im Themengebiet Materials for Life ein Forschungsprojekt entwickeln. Das Thema des zu erarbeitenden Forschungsprojekts ergibt sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die im Schwerpunkt Materials for Life des Studiengangs beteiligten Dozierenden tätig sind.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt- und Innovationsmanagement: Marktanalysen, Kosten-Nutzen-Bilanzen, ökologische Aspekte, Aufstellung von Kostenplänen und Effizienzkalkulationen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden Methoden zur Einschätzung der Literatursituation und der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Materials for Life (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Seminar:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht (Forschungsantrag)
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Materials for Life des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products

Modultitel Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe oder SoSe	Sprache Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	56 h Präsenzzeit	124 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung und Einübung allgemeiner Vorgehensweisen bei der Entwicklung und Beantragung eines Forschungsvorhabens im Themengebiet Medicinal Chemistry and Natural Products unter technisch-funktionalen, rechtlichen, ethischen und ökonomischen Gesichtspunkten (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Forschungsprojekt selbstständig wissenschaftlich zu entwickeln.</li> <li>• neben den rein wissenschaftlichen Aspekten auch die Aktualität des Themas und den Aufbau eines Projektplans mit Kostenplänen, Meilensteinen und Alternativplänen zu erarbeiten.</li> <li>• sich kritisch mit einer Projektidee auseinanderzusetzen.</li> <li>• moralisch-ethische Implikationen und gesamtgesellschaftlich relevante Fragen der Chemie zu beschreiben.</li> <li>• ein Projekt in Bezug auf Relevanz bzw. Realisierbarkeit auch im Hinblick auf wissenschaftliche, rechtliche, ethische und ökonomische Kriterien zu beurteilen.</li> <li>• eine Projektidee vorzustellen und gegenüber Vorgesetzten bzw. Gutachtern im Rahmen eines Seminarvortrags zu verteidigen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar</b> Die Studierenden sollen zu aktuellen Forschungsthemen im Themengebiet Medicinal Chemistry and Natural Products ein Forschungsprojekt entwickeln. Das Thema des zu erarbeitenden Forschungsprojekts ergibt sich aus dem Umfeld der Themenstellungen, in denen die im Schwerpunkt Medicinal Chemistry and Natural Products des Studiengangs beteiligten Dozierenden tätig sind.</p> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt- und Innovationsmanagement: Marktanalysen, Kosten-Nutzen-Bilanzen, ökologische Aspekte, Aufstellung von Kostenplänen und Effizienzkalkulationen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es werden Methoden zur Einschätzung der Literatursituation und der Patentlage (Recherche), der rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für eine Projektentwicklung vorgestellt.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Entwicklung eines Forschungsprojekts in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Seminar:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht (Forschungsantrag)
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Medicinal Chemistry and Natural Products des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 1

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 1		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	Häufigkeit des Angebots WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Analytical Chemistry in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 1 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 1
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Analytical Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 2

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 2		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Analytical Chemistry in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 2 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Analytical Chemistry 2
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Analytical Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 1

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 1		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Chemical Physics and Computations in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 1 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 1 <b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Chemical Physics and Computations des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 2

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 2		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Chemical Physics and Computations in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 2 (12 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Chemical Physics and Computations 2 <b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Chemical Physics and Computations des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 1

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 1		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Industrial Chemistry in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 1 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 1
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Industrial Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 2

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 2		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Industrial Chemistry in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 2 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Industrial Chemistry 2
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Industrial Chemistry des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 1

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 1		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	Häufigkeit des Angebots WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Materials for Life in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Laborübung</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 1 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 1
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Materials for Life des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 2

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 2		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
Leistungspunkte 12	Häufigkeit des Angebots WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Materials for Life in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 2 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Materials for Life 2 <b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranzuführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Materials for Life des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 1

Modultitel Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 1		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 12	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch o. Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Medicinal Chemistry and Natural Products in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Laborübung</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 1 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 1 <b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Medicinal Chemistry and Natural Products des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 2

<b>Modultitel</b> Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 2		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 12	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
360 Stunden	250 h Präsenzzeit	110 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Medicinal Chemistry and Natural Products in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prozesse auf atomarer Ebene theoretisch zu erklären.</li> <li>• Literaturrecherchen eigenständig durchzuführen und sich in Forschungsthemen einzuarbeiten.</li> <li>• experimentellen Methoden auf chemische Fragestellungen anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen.</li> <li>• die Beschaffung der notwendigen Chemikalien und Geräte zu organisieren.</li> <li>• eigenständig Vorschläge zur Präparation neuartiger Materialien zu unterbreiten und neue Synthesen durchzuführen.</li> <li>• unbekannte Materialproben hinsichtlich ihrer strukturellen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• experimentelle Beobachtungen durchzuführen und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis wissenschaftlich sauber/nachvollziehbar zu dokumentieren/zeichnen und beschriften/protokollieren.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen der in der Chemie tätigen Arbeitsgruppen.</li> <li>• Die Aufgabenstellungen werden von einer/einem Dozierenden vorgestellt und es wird eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe entwickelt; falls nötig, werden einzusetzende Methoden, die noch unbekannt sind, erläutert.</li> <li>• Die Durchführung der Synthesen und notwendigen Charakterisierungen erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden aus dem Arbeitskreis der/des betreuenden Dozierenden.</li> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken.</li> <li>• Selbstorganisation und Zielgerichtetheit von Arbeitsprozessen.</li> <li>• Gute wissenschaftliche Praxis.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 2 (18 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b>
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Forschungspraktikum in der Chemie: Medicinal Chemistry and Natural Products 2
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Literaturstellen, die an die zu bewältigenden Aufgaben heranführen, werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt sowie durch selbstständige Literaturrecherche ermittelt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Schwerpunkts Medicinal Chemistry and Natural Products des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

### Vertiefendes Forschungspraktikum: Enabling Technologies in Organic Chemistry

<b>Modultitel</b> Vertiefendes Forschungspraktikum: Enabling Technologies in Organic Chemistry e		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	126 h Präsenzzeit	54 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung praktischer Fähigkeiten im Bereich der Grundlagentechnologien (neue Techniken, die für die klassische organische Synthese ungewöhnlich sind) in der organischen Chemie. Dazu gehören der Einsatz von Durchflusschemie, die Verwendung von Immobilisierungsstrategien für Katalysatoren und Reagenzien sowie der Einsatz neuer Biokatalysatoren in der organischen Synthese.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den konzeptionellen Unterschied zwischen Batch- und Fließchemie zu erläutern.</li> <li>• die Fließchemie bei ausgewählten chemischen Reaktionen anzuwenden.</li> <li>• den prinzipiellen Umgang mit Biokatalysatoren in der organischen Synthese zu erlernen (maximal auf S1-Niveau).</li> <li>• Enzyme in ausgewählten Biotransformationen anzuwenden.</li> <li>• analytische Methoden (NMR, MS, IR, etc.) zur Strukturaufklärung der gereinigten Verbindungen anzuwenden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Erfahrung in modernen Forschungslaboratorien.</li> <li>• Teilnahme an wöchentlichen Forschungsgruppensitzungen.</li> <li>• Teamarbeit in einer modernen Forschungsgruppe und Beitrag zu laufenden Forschungsprogrammen.</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Laborübung Vertiefendes Forschungspraktikum: Enabling Technologies in Organic Chemistry (9 SWS)</p>	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b></p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Vertiefendes Forschungspraktikum: Enabling Technologies in Organic Chemistry</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Aktuelle Forschungsliteratur.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Kirschning, Dräger</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Kirschning, Dräger</p>

## Vertiefendes Forschungspraktikum: Microbiological Chemistry

<b>Modultitel</b> Vertiefendes Forschungspraktikum: Microbiological Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	126 h Präsenzzeit	54 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung praktischer Fähigkeiten auf dem Gebiet der Naturstoffchemie. Dazu gehören: die Initiierung und Vermehrung von Wildtyp- und genetisch veränderten Mikroorganismen, deren Maßstabsvergrößerung und Sammlung, Extraktionsmethoden und moderne Methoden der chromatographischen Analyse. Die Nutzung von Datenbanken und massenspektrometrischen Daten zur vorläufigen Identifizierung wird ebenfalls behandelt. Die Reinigung von Naturstoffen und die Analyse durch NMR und andere moderne spektrometrische Methoden werden ebenfalls behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Verbindung zur allgemeinen und synthetischen organischen Chemie.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lebende Materialien sicher handhaben;</li> <li>• Mikroorganismen im Labor züchten und die Sicherheit auf S1-Niveau gewährleisten.</li> <li>• mikroskopische und molekulare Methoden zur Bestimmung der Reinheit und Identität von biologischem Material anzuwenden.</li> <li>• Fermentationen im 1-Liter-Maßstab durchführen und die Wachstumseigenschaften zu beurteilen.</li> <li>• Extraktionen bis zum 1-Liter-Maßstab durchzuführen und die Konzentration der extrahierten Metaboliten zu bestimmen.</li> <li>• chromatographische Analyse von Sekundärmetaboliten mittels HPLC, LCMS und GC-MS durchzuführen.</li> <li>• Scifinder- und Reaxys-Datenbanken zur vorläufigen Identifizierung von Verbindungen zu nutzen.</li> <li>• Neue Metaboliten mit präparativer HPLC und Flash-Chromatographie aufzureinigen.</li> <li>• NMR-Analyse der gereinigten Verbindungen durchzuführen.</li> <li>• Schriftliche und mündliche Berichte zu erstellen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Erfahrung in modernen Forschungslaboratorien.</li> <li>• Teilnahme an wöchentlichen Forschungsgruppensitzungen.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit in einer modernen Forschungsgruppe und Beitrag zu laufenden Forschungsprogrammen.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Laborübung Vertiefendes Forschungspraktikum: Microbiological Chemistry (9 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung und Laborübung:</b> 30 Leistungspunkte
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Vertiefendes Forschungspraktikum: Microbiological Chemistry
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht
6	<b>Literatur</b> Aktuelle Forschungsliteratur.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Cox, Gerke
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Cox, Gerke

### Vertiefendes Forschungspraktikum: Modern Medicinal Chemistry

<b>Modultitel</b> Vertiefendes Forschungspraktikum: Modern Medicinal Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	126 h Präsenzzeit	54 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung praktischer Fähigkeiten auf dem Gebiet der Wirkstoffchemie. Dazu gehören: die theoretische und praktische Erarbeitung von synthetischen Zugängen zu Wirkstoffen, deren analytische Charakterisierung und die Erarbeitung von Struktur-Wirkungsbeziehungen. Dazu werden die Studierenden aktiv an aktuellen Forschungsthemen der Wirkstoff-Chemie arbeiten und so die Bandbreite moderner medizinischer Chemie erfahren und praktische wissenschaftliche Arbeitstechniken erlernen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scifinder- und Reaxys-Datenbanken zur Erarbeitung von Synthesewegen zu nutzen.</li> <li>• organisch-chemischen Reaktionen in der Praxis zu planen.</li> <li>• Reaktionen im Milligramm bis Gramm-Maßstab selbständig durchzuführen.</li> <li>• mit geeigneten Methoden, z.B. LC/MS oder DC, Reaktionen zu kontrollieren</li> <li>• neue Verbindungen mittels präparativer HPLC und Flash-Chromatographie aufzureinigen.</li> <li>• gereinigte Verbindungen mittels NMR zu analysieren.</li> <li>• Versuchsergebnisse zu dokumentieren.</li> <li>• erhaltene biologischen Daten zu interpretieren.</li> <li>• schriftliche und mündliche Berichte zu erstellen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Erfahrung in modernen Forschungslaboratorien.</li> <li>• Teilnahme an wöchentlichen Forschungsgruppensitzungen.</li> <li>• Teamarbeit in einer modernen Forschungsgruppe und Beitrag zu laufenden Forschungsprogrammen.</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Laborübung Vertiefendes Forschungspraktikum: Modern Medicinal Chemistry (9 SWS)</p>	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b></p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Vertiefendes Forschungspraktikum: Modern Medicinal Chemistry</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Aktuelle Forschungsliteratur.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Plettenburg, Jürjens</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Plettenburg, Jürjens</p>

## Vertiefendes Forschungspraktikum: Natural Products Synthesis

<b>Modultitel</b> Vertiefendes Forschungspraktikum: Natural Products Synthesis		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch / Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	126 h Präsenzzeit	54 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung praktischer Fähigkeiten auf dem Gebiet der Naturstoffsynthese. Dazu gehören: die theoretische und praktische Erarbeitung von synthetischen Zugängen zu Naturstoffen, deren analytische Charakterisierung und die Erarbeitung und Erklärung beobachteter Reaktivität. Dazu werden die Studierenden aktiv an aktuellen Forschungsthemen der Naturstoffsynthese arbeiten und so die Bandbreite moderner Total- und Semisynthese erfahren und praktische wissenschaftliche Arbeitstechniken erlernen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scifinder- und Reaxys-Datenbanken zur Erarbeitung von Synthesewegen zu nutzen.</li> <li>• organisch-chemischen Reaktionen in der Praxis zu planen.</li> <li>• Reaktionen im Milligramm bis Gramm-Maßstab selbständig durchzuführen.</li> <li>• mittlere geeigneter Methoden, z.B. UPLC/MS, DC, Reaktionen zu kontrollieren.</li> <li>• neue Verbindungen mittels präparativer HPLC und (automatisierter) Flash-Chromatographie aufzureinigen.</li> <li>• gereinigte Verbindungen mittels NMR zu analysieren.</li> <li>• Versuchsergebnisse zu dokumentieren.</li> <li>• erhaltene Aussagen zur Reaktivität von Intermediaten zu interpretieren.</li> <li>• schriftliche und mündliche Berichten zu erstellen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Erfahrung in modernen Forschungslaboratorien.</li> <li>• Teilnahme an wöchentlichen Forschungsgruppensitzungen.</li> <li>• Teamarbeit in einer modernen Forschungsgruppe und Beitrag zu laufenden Forschungsprogrammen.</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Laborübung Vertiefendes Forschungspraktikum: Natural Products Synthesis (9 SWS)</p>	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung und Laborübung: 30 Leistungspunkte</b></p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Vertiefendes Forschungspraktikum: Natural Products Synthesis</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Praktikumsbericht</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Aktuelle Forschungsliteratur.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Heretsch, Cordes</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Heretsch, Cordes</p>

**Masterstudiengang Chemie**

**Berufsorientierende  
Wahlpflichtmodule**

## Gewässerschutz

Modultitel Gewässerschutz		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 2	Häufigkeit des Angebots	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses des Gewässerschutzes (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• als Gewässerschutzbeauftragter eines Industrieunternehmens zu arbeiten.</li> <li>• Probleme kreativ flexibel und im Team zu lösen.</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren.</li> <li>• ihre Ideen voran zu bringen.</li> <li>• Konflikte zu lösen und Verantwortung zu übernehmen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung / Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtsgrundlagen des Gewässerschutzes</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Gewässerschutz (1 SWS) Seminar Gewässerschutz (1 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine	
5	<b>Studienleistungen</b> Klausur 120 Minuten	
	<b>Prüfungsleistungen</b> Keine	
6	<b>Literatur</b> Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.	

7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozierende: Siebold</p>
8	<p>Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a> Medizinische Hochschule Hannover <a href="https://www.mh-hannover.de/">https://www.mh-hannover.de/</a></p>
9	<p>Modulverantwortliche/r Kara</p>

## Good Manufacturing and Laboratory Practice - Hazard Analysis Critical Control Point System

<b>Modultitel</b> Good Manufacturing and Laboratory Practice - Hazard Analysis Critical Control Point System		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Good Manufacturing and Laboratory Practice sowie Hazard Analysis Critical Control Point System (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Qualitätssicherung eines Industrieunternehmens zu arbeiten.</li> <li>• Probleme kreativ flexibel und im Team zu lösen.</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren.</li> <li>• ihre Ideen voran zu bringen.</li> <li>• Konflikte zu lösen und Verantwortung zu übernehmen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Managementsysteme für die Qualitätssicherung und die Lebensmittelsicherheit</li> <li>• Inaktivierung, Desinfektion und Sterilisation</li> <li>• HACCP-System</li> <li>• Mikrobiologische Sicherheit</li> <li>• Produkt-Sicherheit</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Good Manufacturing and Laboratory Practice (1 SWS) Vorlesung Hazard Analysis Critical Control Point System (1 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine	
5	<b>Studienleistungen</b> Klausur 120 Minuten	
	<b>Prüfungsleistungen</b> Keine	

6	<b>Literatur</b> Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Faurie
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a> Medizinische Hochschule Hannover <a href="https://www.mh-hannover.de/">https://www.mh-hannover.de/</a>
9	Modulverantwortliche/r Kara

Industrielle Materialchemie

<b>Modultitel</b> Industrielle Materialchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Anforderungen an Chemiker in der industriellen Materialchemie und Materialwissenschaften (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die Anforderungen an Chemiker in der industriellen Materialchemie oder den industriellen Materialwissenschaften einzuschätzen und mögliche spätere Berufsbilder zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Blockvorlesung</b> Die Studierenden sollen typische Betriebsabläufe der industriellen Materialchemie und Materialwissenschaften kennen lernen. Die Studierenden sollen einen Eindruck erhalten über die Anforderungen an Material- und Nanochemiker in der industriellen Chemie oder den industriellen Materialwissenschaften, um so ein mögliches späteres Berufsbild besser kennen zu lernen. Auch die Vorstellung alternativer passender Berufsbilder (z.B. Patentanwalt, Selbständige) ist möglich. Die Blockveranstaltung wird vorzugsweise von einem Referenten abgehalten, der nicht im Hochschulbereich tätig ist. Im Rahmen eines kurzen schriftlichen Praktikumsberichts wird eine Problemfrage der industriellen Materialchemie selbstständig bearbeitet.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Industrielle Materialchemie (2 SWS, als Block)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Abgeschlossenes Modul: „Anorganische Materialchemie“ oder „Physikalische Materialchemie“	
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie	

5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Hausarbeit Industrielle Materialchemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Keine
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> Dozierende: Lacayo
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Industrielle Wirkstoffchemie

<b>Modultitel</b> Industrielle Wirkstoffchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der industriellen Herangehensweise zur Identifikation therapeutisch relevanten Targets und der Synthese von Wirkstoffen (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Zusammenhänge zwischen der Chemie und den Strukturen von biologisch aktiven Verbindungen mit den korrespondierenden biologischen Targets aus industrieller Sicht zu beurteilen.</li> <li>• die industriell relevanten Grundzüge des Wirkstoffdesigns darzulegen und hinsichtlich Anwendungsfelder zu beurteilen.</li> <li>• aus molekularen Targets wirtschaftliche Therapieansätze für die medizinische Forschung herzuleiten.</li> <li>• an ausgewählten Beispielen zu beurteilen wie eine Wirkstoffentwicklung erfolgen kann.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Blockvorlesung Industrielle Wirkstoffchemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• industrieller Zugang zu pharmakologisch relevanten Verbindungen</li> <li>• aktuelle biologische Targets mit industrieller Bedeutung</li> <li>• aktuelle Aspekte der industriellen Wirkstoffforschung</li> <li>• gebräuchliche Hoch-Durchsatz-Methoden der Wirkstoffchemie</li> <li>• regulatorische Aspekte der industriellen Wirkstoffforschung</li> <li>• selbstständige Bearbeitung einer Problemfrage im Rahmen eines kurzen schriftlichen Praktikumsberichts</li> <li>• Anhand ausgewählter Beispiele wird die industrielle Sicht und Herangehensweise an Themengebiete vermittelt, die im ansonsten nur akademisch behandelt wurden.</li> <li>• Gerade in der Vorlesung Industrielle Wirkstoffchemie werden Themengebiete nicht nur aus chemischer Sicht behandelt. Die in der Industrie übliche fachübergreifende Projektbearbeitung unter Einbeziehung prozesstechnischer, biologischer, pharmazeutischer und medizinischer Expertise wird den Studierenden vorgestellt.</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Industrielle Wirkstoffchemie (2 SWS, als Block)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in organischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Hausarbeit Industrielle Wirkstoffchemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Keine
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Dr. Rossen, Dr. Fleßner
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Kolloquien in der Chemie

<b>Modultitel</b> Kolloquien in der Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe	<b>Sprache</b> Deutsch o. Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	30 h Präsenzzeit	30 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Forschungsergebnisse und Einübung der Beteiligung an wissenschaftlichen Diskussionen (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Forschungsergebnisse, wie sie in Vorträgen insbesondere auswärtiger Referenten präsentiert werden, nachzuvollziehen.</li> <li>• verschiedene Vortragsstile zu beurteilen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Seminar</b> Die Studierenden sollen aktuelle Forschungsergebnisse, wie sie in Vorträgen insbesondere auswärtiger Referenten präsentiert werden, kennen und einzustufen lernen. Sie sollen verschiedene Vortragsstile kennen lernen und in die Lage versetzt werden, sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen. Die Vorträge werden im Rahmen etablierter wissenschaftlicher Kolloquien gehalten und sind öffentlich zugänglich.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Kolloquien in der Chemie (2 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	

	<b>Studienleistungen:</b> Teilnahme an insgesamt 10 Kolloquien in der Chemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Keine
6	<b>Literatur</b> wird in der Veranstaltung bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> alle Dozierenden des Studiengangs
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Feldhoff

## Qualitätsmanagement in der biopharmazeutischen Industrie

<b>Modultitel</b> Qualitätsmanagement in der biopharmazeutischen Industrie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Sprache</b> Deutsch
Kompetenzbereich Kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses des Qualitätsmanagements in der biopharmazeutischen Industrie (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Qualitätssicherung eines Industrieunternehmens zu arbeiten.</li> <li>• Probleme kreativ flexibel und im Team zu lösen.</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren.</li> <li>• ihre Ideen voran zu bringen.</li> <li>• Konflikte zu lösen und Verantwortung zu übernehmen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung / Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Prozessvalidierung und der Qualitätssicherung</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Qualitätsmanagement in der biopharmazeutischen Industrie (1 SWS) Seminar Qualitätsmanagement in der biopharmazeutischen Industrie (1 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine	
5	<b>Studienleistungen</b> Klausur 120 Minuten	
	<b>Prüfungsleistungen</b> Keine	
6	<b>Literatur</b> Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.	

7	<b>Weitere Angaben</b> Dozierende: Lammers
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a> Medizinische Hochschule Hannover <a href="https://www.mh-hannover.de/">https://www.mh-hannover.de/</a>
9	Modulverantwortliche/r Kara

## Qualitätsmanagement in der Lebensmittelindustrie

<b>Modultitel:</b> Qualitätsmanagement in der Lebensmittelindustrie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Food Research and Development / Lebensmittelwissenschaft M.Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe oder SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Keine	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 h	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften Fachwissens zu Qualitätsstandards und Qualitätskontrollen von Lebensmitteln (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bedeutung des Qualitätsmanagements für die Lebensmittelproduktion zu reflektieren.</li> <li>• Handlungsabläufe im Lebensmittelqualitätsmanagement zu illustrieren und kritisch zu bewerten.</li> <li>• Kriterien bei der Überwachung der Herstellungsprozesse und Produktionsvorgänge unter Berücksichtigung zufälliger und systematischer Fehlerquellen zu erläutern und auf die praktische Qualitätssicherung in der Lebensmittelindustrie anzuwenden.</li> <li>• eigenständig Qualitätsstandards und Qualitätskontrollablaufpläne für die lebensmittelherstellende Industrie entwerfen.</li> <li>• die Einhaltung von Standards unter Beachtung spezifischer Vorgaben bei Produktionsprozessen zu überprüfen, ggf. anpassen und diese Vorgänge protokollieren.</li> <li>• Rohstoffe nach Güte- und Qualitätsklassen zu bewerten.</li> <li>• physikalische und chemische Untersuchungen sowie hygienische Prüfungen durchzuführen</li> <li>• für komplexe Handlungsabläufe alternative Lösungswege aufzeigen.</li> <li>• experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Ergebnisse wissenschaftlich angemessen darstellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> <li>• Wissen zum Lebensmittelqualitätsmanagement und den lebensmittelrechtlichen Vorgaben zu verknüpfen, den Bezug zur Praxis der Lebensmittelindustrie herzustellen und damit verbundene Problemstellungen der Produktion von sowohl pflanzlichen als auch tierischen Lebensmitteln selbstständig zu bewerten und zu lösen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Seminar</b> Aufbauend auf den grundlegenden Aspekten des Qualitätsmanagementsystems wird vertieft die Erarbeitung von Qualitätsstandards und die Qualitätskontrolle in der Lebensmittelindustrie</p>	

	<p>erläutert. Die Kriterien bei der Überwachung der Herstellungsprozesse und Produktionsvorgänge werden erklärt und die privatwirtschaftlichen Qualitäts- und Markenprogramme, die durch Prüf-, Güte- und Markenzeichen kommuniziert werden, vorgestellt.</p> <p><b>Laborübung</b> Beispielhafte Produktionsprozesse werden im Hinblick auf die Einhaltung der Standards und unter Einbeziehung möglicher unternehmerischer Vorgaben (z.B. Nachhaltigkeit oder Tierschutz) überprüft, angepasst und bewertet. Die Bewertung von Rohstoffen nach Güte- und Qualitätsklassen wird vorgenommen und darauf aufbauend physikalische und chemische Untersuchungen sowie hygienische Prüfungen durchgeführt.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Seminar Qualitätsmanagement in der Lebensmittelindustrie (1 SWS) Laborübung Qualitätsmanagement in der Lebensmittelindustrie (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Grundkenntnisse in Qualitätsmanagement und Lebensmittelsicherheit wünschenswert</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation (PR)) Lebensmittelqualitätsmanagement (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Keine</p>
6	<p><b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: Esatbeyoglu, N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Humanernährung, <a href="http://www.lw.uni-hannover.de">www.lw.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Esatbeyoglu</p>

## REACH Chemikalienzulassung

Modultitel REACH Chemikalienzulassung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 2	Häufigkeit des Angebots	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kein	Empfohlenes Fachsemester 2.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
60 Stunden	28 h Präsenzzeit	32 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Life Science		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Gentechnischen Sicherheit (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Stoffe hinsichtlich ihrer Registrierung zu bewerten und die hinsichtlich derer Zulassung und Beschränkung einzuordnen.</li> <li>• Probleme kreativ flexibel und im Team zu lösen.</li> <li>• auf verschiedenen Ebenen zu kommunizieren.</li> <li>• ihre Ideen voran zu bringen.</li> <li>• Konflikte zu lösen und Verantwortung zu übernehmen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung chemischer Stoffe</li> <li>• Schutzniveau der menschlichen Gesundheit</li> <li>• Schutzniveau der Umwelt</li> <li>• Ersetzung besorgniserregender Chemikalien durch weniger gefährliche</li> <li>• Gefährdung durch Karzinogene und Mutagene</li> <li>• Risikomanagement am Arbeitsplatz</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung REACH Chemikalienzulassung (1 SWS) Seminar REACH Chemikalienzulassung (1 SWS)	
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine	
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine	
5	<b>Studienleistungen</b> VbP (Präsentation (PR)) REACH Chemikalienzulassung (eigener Vortrag im Seminar)	

	<b>Prüfungsleistungen</b> Keine
6	<b>Literatur</b> Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> Maeß <b>Teilnehmendenzahl:</b> 12
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Technische Chemie <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a>
9	Modulverantwortliche/r Kara

**Masterstudiengang Chemie**

**Weitere Wahlpflichtmodule (Reserve)**

Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Analytical Chemistry.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in Analytical Chemistry zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry (2 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Modulprüfung: Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte in Analytical Chemistry (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses neuer Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry (2 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Modulprüfung: Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in Analytical Chemistry (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP ((Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Analytical Chemistry.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in Chemical Physics and Computations zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations (2 SWS)	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte in Chemical Physics and Computations (eigener Vortrag im Seminar)</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p> <p><b>Dozierende:</b> N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>N.N.</p>

Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses • Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation (2 SWS)	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in Chemical Physics and Computation (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p> <p><b>Dozierende:</b> N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>N.N.</p>

## Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses neuer Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry (2 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Modulprüfung: Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in Industrial Chemistry (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Aktuelle Aspekte in Materials for Life

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte in Materials for Life		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Materials for Life.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in Materials for Life zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte in Materials for Life</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Aktuelle Aspekte in Materials for Life und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte in Materials for Life (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte in Materials for Life (2 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Modulprüfung: Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte in Materials for Life (eigener Vortrag im Seminar) <b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Analytical Chemistry.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life (2 SWS)	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in Materials for Life (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p> <p><b>Dozierende:</b> N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>N.N.</p>

Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen in Medicinal Chemistry and Natural Products zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products (2 SWS)	

4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte in Medicinal Chemistry and Natural Products (eigener Vortrag im Seminar)</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p> <p><b>Dozierende:</b> N.N.</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>N.N.</p>

## Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 6	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	46 h Präsenzzeit	112 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses neuer Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products (2 SWS)	

	Seminar Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products (2 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in Medicinal Chemistry and Natural Products (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## **Masterstudiengang Chemie**

**Weitere Wahlpflichtmodule (werden nicht mehr angeboten, können jedoch für den Erwerb des Studienabschlusses genutzt werden)**

## Anorganische Materialchemie

Modultitel Anorganische Materialchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 10	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 2 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
300 Stunden	120 h Präsenzzeit	180 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der anorganischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen von wichtigen anorganischen Materialien zu erläutern.</li> <li>• verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien im Hinblick auf ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu beurteilen und deren Vor- und Nachteile abzuwägen, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie.</li> <li>• anspruchsvolle Synthesen anorganischer Materialien im Labor praktisch durchzuführen und zu erläutern, wie die Variation verschiedener Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflusst, insbesondere hinsichtlich der Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) des Reaktionsprodukts. Sie sind in der Lage, die Produkte mit geeigneten Methoden analytisch zu untersuchen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung Anorganische Materialchemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kap. I - Magnetische Materialien: Theorie des Magnetismus, Untersuchungsverfahren von magnetischem Verhalten, magnetische Materialklassen, Diamagnete, Paramagnete, Ferromagnete, Antiferromagnete, Ferrimagnete, Anwendungen von magnetischen Materialien, Datenspeicher, Spin-Valves, diluted magnetic semiconductors.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kap. II - Funktionelle Moleküle: Molekulare Schalter, Amphiphile, Tenside, Assoziationskolloide, Self-Assembly, Mizellen, Vesikel, Flüssigkristalle, thermotrope Phasen.</li> <li>• Kap. III - Nanopartikel und Kolloide: Kolloidale Systeme, Oberflächenthermodynamik, Grenzflächenspannung, DLVO-Theorie, Hamaker-Konstante, geladene Oberflächen, Struktur und elektronisches System von Oberflächen, Oberflächenanalytik, Synthese von Nanokristallen, Größenquantisierungseffekte, plasmonische Effekte, Überstrukturen aus Nanopartikeln, kooperative Effekte, photonische Materialien, Metamaterialien.</li> <li>• Kap - IV - Poröse Materialien: Übersicht. Mikroporöse Festkörper: Zeolithe, pillared clays, MOFs, COFs. Adsorptionsphänomene auf äußeren und inneren Oberflächen, Physisorption, Chemisorption. Mesoporöse Materialien, Methoden zur Oberflächenmodifikation. Makroporöse Materialien, Aerogele, anodisch geätzte Alumina-Membranen.</li> </ul> <p><b>Seminar Anorganische Materialchemie</b> Im Seminar stellen Studierende einander aktuelle Publikationen in Vorträgen vor und analysieren diese Publikationen kritisch.</p> <p><b>Laborübung Festkörpersynthese und Materialpräparation</b> Das Experimentelle Seminar besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil werden anhand von festen Versuchsaufbauten verschiedene Substanzklassen und dazugehörige, fortgeschrittene Synthesemethoden erlernt oder vertieft. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären. Die in diversen Vorlesungen des Studiums behandelten analytischen Methoden kommen dabei bei der Charakterisierung zum Einsatz. Die erhaltenen Ergebnisse werden von den Studierenden ausgewertet und im Hinblick auf die Variation der Eigenschaften beurteilt. Im zweiten Teil des Experimentellen Seminars werden Publikationen aus der aktuellen Literatur ausgewählt, die von den Studierenden reproduziert werden sollen. Das Produkt wird im Anschluss vergleichend zu den Literaturdaten charakterisiert. Weichen die Ergebnisse von der Literatur ab, werden die Ursachen diskutiert; ggf. wird der Versuch mit einer entsprechenden Anpassung wiederholt.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Anorganische Materialchemie (4 SWS) Seminar Anorganische Materialchemie (1 SWS) Laborübung Festkörpersynthese und Materialpräparation (4 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p>

	VbP (Präsentation) Anorganische Materialchemie (eigener Vortrag im Seminar), VbP (Laborübung) Festkörpersynthese und Materialpräparation
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<p><b>Literatur</b></p> <p><b>Vorlesung/Seminar: Anorganische Materialchemie</b></p> <p>Smart &amp; Moore: Einführung in die Festkörperchemie</p> <p>U. Müller: Anorganische Strukturchemie</p> <p>A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie</p> <p>U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004</p> <p>Praktikumsskript Festkörpersynthese und Materialpräparation</p> <p>Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Polarz, Renz, Schaate</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de/">http://www.aci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Polarz</p>

## Biosynthesen und Prozesstechnik

Modultitel Biosynthesen und Prozesstechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 10	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
300 Stunden	140 h Präsenzzeit	160 h Selbststudium
Weitere Verwendung des Moduls keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Biosynthesen und Prozesstechnik in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in einem inhaltlich umfassenden Rahmen komplexe Naturstoffe bzw. Sekundärmetabolite strukturell zu analysieren und zu klassifizieren.</li> <li>• Retrobiosynthesen auch für hochkomplexe Naturstoffe zu entwickeln.</li> <li>• einzelne Biosynthesestufen über Enzymmechanismen zu beschreiben.</li> <li>• gemischte Biosynthesen von Hybridnaturstoffen zu formulieren.</li> <li>• Biosynthesen mit chemischen Synthesen vergleichend zu bewerten.</li> <li>• Enzym- und Wachstumskinetiken mathematisch zu beschreiben</li> <li>• ausgehend von Bilanz- und Materialgleichungen die Stoff- und Wärmebilanzgleichungen für verschiedene Reaktortypen herzuleiten.</li> <li>• die Dynamik von Bioreaktoren bei satzweiser, kontinuierlicher und halbkontinuierlicher Fahrweise mathematisch zu beschreiben.</li> <li>• Modelle unterschiedlicher Detailtiefe für komplexe Bioprozesse zu erstellen.</li> <li>• sich mit der Problematik der Reaktorregelung auseinanderzusetzen sowie einfache Regelkonzepte zu verstehen und Regler einzustellen.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen den charakteristischen Eigenschaften und den möglichen (Bio)synthesewegen herzustellen.</li> <li>• Natur- und Wirkstoffe in Hinsicht auf ihr stereoselektives und stereospezifisches Verhalten zu isolieren.</li> <li>• Allgemeine Konzepte der mathematischen Modellierung und Regelung dynamischer Systeme kritisch zu bewerten.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente eigenständig in einem bestimmten Zeitraum unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und gefahrlos durchführen.</li> <li>• Ergebnisse unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Kriterien in Protokollen zusammenzuführen, zu erläutern und verständlich darzulegen.</li> </ul>
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung Biogenese von Naturstoffen</b>          Die Vorlesung soll Studierenden die universellen Biosynthesewege zu der strukturell breit gefächerten Zahl von Sekundärmetaboliten (Terpene, Prostane, Polyketide, nicht-ribosomale peptidische Naturstoffe) vermitteln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Primär-versus Sekundärmetabolismus)</li> <li>• Acetat-Biosyntheseweg: Allgemeine Aspekte, Fettsäuren und Folgemetabolite, Acetylen-säuren /Acetylenfettsäuren, Methyl-verzweigte Fettsäuren, Prostaglandine und Abkömmlinge, Chemische Synthese von Prostaglandinen, Terpene, Mevalonat-Biosyntheseweg, MEP-Biosyntheseweg, Terpenocyclasen und ihre Produkte</li> <li>• Polyketid-Naturstoffe: Biosynthese von Polyketid-Naturstoffen (Typ I-III PKS, ein Überblick), Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen</li> <li>• Nicht-Ribosomale-Peptide (NRP), Hybride (PK-NRP), Hormone und andere Aminosäure-Derivate: Nicht-ribosomale Biosynthese, Peptidhormone, Gibt es ribosomale Peptid-Naturstoffe, Lactam-Antibiotika (Penicilline, Cephalosporine, Clavame), Totalsynthetische Zugänge zu Lactam-Antibiotika (Prinzipielle Synthesestrategien zur Lactambildung, Chemische Synthese von Penicillinen, Synthese von 6-Aminopenicillansäure (6-APA), Synthese des Cephalosporin-Grundkörpers aus Penicillin, Synthesen von Thienamycin, Synthese von Nocardicin</li> </ul> <p><b>Übung Biogenese von Naturstoffen</b>          Selbständige Bearbeitung und anschließende Diskussion von Übungsaufgaben zur Vorlesung. Der verbindende, mechanistische Charakter verschiedener Reaktionen in der Chemie und in der Zelle soll geschärft werden.</p> <p><b>Laborübung Biogenese von Naturstoffen</b>          Die Studierenden erlangen im Rahmen der Veranstaltung praktische Kenntnisse zur (bio)synthetischen Erzeugung von Naturprodukten unter Nutzung von Ganzzellen, Biokatalysatoren, chemischen Katalysatoren und Reagenzien. Ferner führen die Studierenden die strukturelle Charakterisierung durch und, wenn möglich, auch die biologische Bewertung der Naturprodukte. Ein weiterer wichtiger Aspekt stellt die Isolierung und Reinigung der Produkte dar, die auch auf modernen Methoden der Flüssigkeitschromatographie, wie der HPLC, fußen. Ziel ist es, die grundlegenden Konzepte der synthetischen Biologie zu vermitteln, im Besonderen die Kombination von biologischen Synthesystemen mit der chemischen Synthese.</p> <p>Die Studierenden können die Praktikumsversuche eigenständig in einem bestimmten Zeitraum unter Beachtung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und gefahrlos durchführen. Ihre Ergebnisse können sie unter Berücksichtigung von</p>

	<p>wissenschaftlichen Kriterien in Protokollen zusammenführen, erläutern und verständlich darlegen.</p> <p><b>Vorlesung Bioreaktionstechnik und Prozessregelung</b> Die Vorlesung soll Studierenden die universellen Konzepte der Modellierung und Analyse von Bioprozessen sowie Grundkenntnisse der Prozessregelung vermitteln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Bioprozessen anhand von Bilanz- und Materialgleichungen</li> <li>• Modellierung der Enzym- und Wachstumskinetik von Mikroorganismen</li> <li>• Vergleich und Anpassung von Modellen an reale Systeme</li> <li>• Grundtypen von Bioreaktoren</li> <li>• Umsatzverhalten bei satzweiser, kontinuierlicher und halb-kontinuierlicher Betriebsweise (Fed-Batch)</li> <li>• Dynamik von Bioreaktoren bei nicht-linearer Reaktionskinetik, Stabilität der stationären Zustände</li> <li>• Problematik der Reaktorregelung, elementare Konzepte der Regelungstechnik und Wirkungsweise einfacher Regler</li> </ul> <p><b>Laborübung Bioreaktionstechnik und Prozessregelung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Simulation chemischer und biotechnischer Reaktoren</li> <li>• Numerische Simulation komplexer biotechnologischer Prozesse</li> <li>• Identifizierung kinetischer Parameter</li> <li>• Dynamisches Verhalten der Prozesse beim Anfahren und nach Störungen</li> <li>• Verhalten der Grundtypen von Reglern</li> <li>• Dynamisches Verhalten des geregelten Prozesses und Stabilität des stationären Zustands</li> </ul>
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen Vorlesung Biogenese von Naturstoffen (2 SWS) Theoretische Übung Biogenese von Naturstoffen (1 SWS) Laborübung Biogenese von Naturstoffen (3 SWS) Vorlesung Bioreaktionstechnik und Prozessregelung (2 SWS) Laborübung Bioreaktionstechnik und Prozessregelung (2 SWS)</p>
4a	<p>Teilnahmevoraussetzungen <b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p>Empfehlungen Keine</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Biogenese von Naturstoffen, VbP (Laborübung) Bioreaktionstechnik und Prozessregelung</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)</p>

6	<p>Literatur Vorlesung Biogenese von Naturstoffen: Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley &amp; Sons, 2008. Classics in total synthesis I and II, ISBN 3-527-29231-4; Autoren: K. C. Nicolaou, Sörensen, Wiley VCH, ISBN 3-527-29231-4. Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen (Natural Products Reports, Journal of Natural Products, Angewandte Chemie, Chemical Reviews). Übung Biogenese von Naturstoffen Dewick, Medicinal Natural Products, Wiley, 1998 Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen (Natural Products Reports, Journal of Natural Products, Angewandte Chemie, Chemical Reviews). Vorlesung Bioreaktionstechnik und Prozessregelung: Stephanopoulos et al., Metabolic Engineering, 1. Ausgabe, Academic Press, 1998, ISBN 0-12-666260-6. Schügerl/Bellgardt, Bioreaction Engineering - Modelling and Control, 1. Ausgabe, Springer, 2000, ISBN 3-540-6696-X. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozierende: V1: Kirschning V2: Solle Ü: Kirschning LÜ1: Kirschning LÜ2: Solle</p>
8	<p>Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät Institut für Technische Chemie, Institut für Organische Chemie</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r Kirschning, Solle</p>

## Naturstoff- und Bioanalytik

Modultitel Naturstoff- und Bioanalytik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 6	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch, Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
180 Stunden	84 h Präsenzzeit	96 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Naturstoff- und Bioanalytik in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen:</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die theoretischen Grundlagen von 1D und 2D NMR-Spektren zu beherrschen.</li> <li>• die passende Methode zur Strukturaufklärung auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• NMR-Spektren auszuwerten und die Struktur organischer Verbindungen aufzuklären.</li> <li>• Zellkulturen selber anzulegen und Vitalitätstests zur Untersuchung der Anzahl vitaler Zellen in Abhängigkeit der Membran-Durchlässigkeit und somit der Aufnahme bestimmter Verbindungen zum Nachweis, wie z.B. von Farbstoffen, durchzuführen, und diese zu differenzieren.</li> <li>• mit Hilfe der Durchflusszytometrie die Eigenschaften der Zellen durch auftretende Effekte während der Messung abzuleiten.</li> <li>• unterschiedliche Messmethoden theoretisch zu erfassen und sie problemorientiert einzusetzen.</li> <li>• vor dem theoretischen Hintergrund der unterschiedlichen analytischen Methoden die passende Methode zur Lösung von Problemen auszuwählen.</li> <li>• Literaturrecherchen durchzuführen, um sich neue Inhalte zu erarbeiten und wissenschaftlich zu diskutieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: Vorlesung der Naturstoff- und Bioanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultivierung animaler Zelltestsysteme</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proliferations/ Vitalitätstests</li> <li>• Verfahren zur Zelldifferenzierung und Genomtypisierung auf Genom-, Proteom- und Metabolomebene</li> <li>• Theoretische Grundlagen in Immunchemie; Durchflußcytometrie</li> <li>• DNA-/Proteinchiptechnologie und der benötigten Chemometrie/Bioinformatik</li> <li>• Theorie und Verfahren der 1D, 2D und bis zu <b>ND</b> NMR-Spektroskopie</li> <li>• Methoden der Strukturaufklärung von Naturstoffen mit besonderem Fokus auf COSY, TOCSY, HSQC, HMQC, HMBC, NOESY, ROESY, INADEQUATE, ADEQUATE</li> <li>• Theoretische Erklärung der NMR-Spektren</li> <li>• Auswertung von NMR-Spektren.</li> </ul> <p><b>Übung Naturstoff- und Bioanalytik</b> Selbständige Bearbeitung von Problemstellungen zu den Einzelthemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslegung und Auswertung von Zellversuchen.</li> <li>• Rechenübungen</li> <li>• Demonstration der NMR-Messtechnik am Spektrometer</li> <li>• Auswertung von Naturstoff-Spektren.</li> </ul> <p><b>Laborübung Naturstoff- und Bioanalytik</b> Die Studierenden bearbeiten komplexe analytische Fragestellungen (Naturstoffe, Naturstoffanaloga, Peptide etc.) an NMR-Spektrometern. Hier werden außerdem Fragestellung der Testung an Zellsystemen (Proliferation, Differenzierung, Bestimmung von Zellinhaltsstoffen) bearbeitet. Praktische Arbeiten mit der NMR-Messtechnik, der Laser-Durchflußcytometrie und der DNA-Chip-Technologie erfolgen. Die Arbeiten erfolgen in Kleingruppen und Einzelproblemstellungen werden gemeinsam erarbeitet.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Naturstoff- und Bioanalytik (3 SWS) Theoretische Übung Naturstoff- und Bioanalytik (1 SWS) Laborübung Naturstoff- und Bioanalytik (3 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Naturstoff- und Bioanalytik</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)</p>

6	<p><b>Literatur</b>  <b>Vorlesung/ Übung Grundlagen der Naturstoff- und Bioanalytik</b>          Lottspeich, Zorbas, Bioanalytik          Keeler, J., Understanding NMR spectroscopy          G. Morris und J. Emsley, Multidimensional NMR Methods for the Solution State, Wiley &amp; Sons, ISBN 978-0-470-77075-7          S. Richards and J. Hollerton, Essential Practical NMR for Organic Chemistry, Wiley &amp; Sons, ISBN 978-0-470-71092-0          A. Randazzo, Guide to NMR Spectral Interpretation, Loghia Publishing, ISBN 978-8-895-12240-3          J. Cavanagh N. Skelton, W. Fairbrother, M. Rance, A. Palmer III, M. Rance, Protein NMR, Spectroscopy - Principles and Practice, Academic Press, ISBN 978-0-121-64491-8          aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b>          V: Droste, Kara, Stahl          Ü: Droste          LÜ: Droste, Kara, Stahl</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b>          Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie;  <a href="http://www.oci.uni-hannover.de/">http://www.oci.uni-hannover.de/</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b>          Stahl</p>

## Biomaterialien und Biomineralisation

Modultitel Biomaterialien und Biomineralisation		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1., 2. oder 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M. Sc. Biochemie M. Sc. Life Science M.Sc. Biomedizintechnik M.Sc. Nanotechnologie		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Biomaterialien und Biomineralisation (für fortgeschrittene Masterstudierende).  <b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomaterialien und Biomineralien zu analysieren und zu diskutieren.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die typische hierarchische Strukturierung von Biomineralen, ihr Charakter als bioorganisch-anorganische Kompositstrukturen, die Strukturen an den Grenzflächen sowie generelle Mechanismen der Biomineralisation werden abgehandelt.</li> <li>• Biominerale ausgewählter Substanzklassen (Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Eisenoxide, Siliciumdioxid) werden hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Funktion vorgestellt.</li> <li>• Die Nutzung von Prinzipien der Biomineralisation für die biomimetische Synthese wird dargestellt.</li> <li>• Grundlegende Aspekte des Einsatzes von Biomaterialien werden erläutert.</li> <li>• Polymere, anorganische Keramikwerkstoffe und Metalle werden als typische Klassen von dauerhaften oder resorbierbaren Biomaterialien vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Grenzfläche zwischen Biomaterial und bioorganischen Molekülen bzw. biologischen Strukturen (Zellen, Gewebe, Körper).</li> <li>• Physikalische, chemische, biochemische und biologische Modifizierungen von Biomaterialien werden behandelt.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Aspekte von Zellkulturexperimenten sowie grundlegende und ethische Aspekte von Tierexperimenten werden besprochen.</li> <li>• Der Einsatz von Biomaterialien für das Tissue und das Stem Cell Engineering sowie die gesundheitlichen Gefahren von Festkörpern und Nanoteilchen im Körperkontakt werden diskutiert.</li> <li>• Die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomineralen und Biomaterialien (Probenpräparation, Analyse von Makromolekülen, Analytik von Grenzflächen) werden diskutiert.</li> <li>• Spezielle analytische Methoden wie die Mikroskopie im <math>\mu</math> m-Bereich mit Photonen (Raman, IR, UV, Röntgen) und Ionen werden vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Analytik von Gewebeproben und der gezielten Bestimmung der mineralischen Bestandteile und von Spurenelementen.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation (3 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und/oder technischer Chemie, Biochemie, Life Sciences, der Nanotechnologie, der Biomedizintechnik.
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</b> M. Epple: Biomaterialien und Biomineralisation, Teubner, 2003 S. Mann: Biomineralization, Oxford 2001 B. Ratner u.a.: Biomaterials Science 2013
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Ehlert, Gebauer, Weinhart
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Ehlert

## Biomaterialien und Biomineralisation mit Laborübung

Modultitel Biomaterialien und Biomineralisation mit Laborübung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	98 h Präsenzzeit	142 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M. Sc. Biochemie M. Sc. Life Science		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses Biomaterialien und Biomineralisation in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomaterialien und Biomineralien zu analysieren und zu diskutieren.</li> <li>• eigenständige analytische Untersuchungen von Präparaten durchzuführen (Bestandteile, Spurenelemente).</li> <li>• Biomaterialien herzustellen und geeignete Testverfahren durchzuführen.</li> <li>• Versuchsergebnisse auszuwerten, zu erläutern und mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die typische hierarchische Strukturierung von Biomineralen, ihr Charakter als bioorganisch-anorganische Kompositstrukturen, die Strukturen an den Grenzflächen sowie generelle Mechanismen der Biomineralisation werden abgehandelt.</li> <li>• Biominerale ausgewählter Substanzklassen (Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Eisenoxide, Siliciumdioxid) werden hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Funktion vorgestellt.</li> <li>• Die Nutzung von Prinzipien der Biomineralisation für die biomimetische Synthese wird dargestellt.</li> <li>• Grundlegende Aspekte des Einsatzes von Biomaterialien werden erläutert.</li> <li>• Polymere, anorganische Keramikwerkstoffe und Metalle werden als typische Klassen von dauerhaften oder resorbierbaren Biomaterialien vorgestellt. Besonderes Augenmerk</li> </ul>	

	<p>gilt der Grenzfläche zwischen Biomaterial und bioorganischen Molekülen bzw. biologischen Strukturen (Zellen, Gewebe, Körper).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische, chemische, biochemische und biologische Modifizierungen von Biomaterialien werden behandelt.</li> <li>• Grundlegende Aspekte von Zellkulturexperimenten sowie grundlegende und ethische Aspekte von Tierexperimenten werden besprochen.</li> <li>• Der Einsatz von Biomaterialien für das Tissue und das Stem Cell Engineering sowie die gesundheitlichen Gefahren von Festkörpern und Nanoteilchen im Körperkontakt werden diskutiert.</li> <li>• Die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomineralen und Biomaterialien (Probenpräparation, Analyse von Makromolekülen, Analytik von Grenzflächen) werden diskutiert.</li> <li>• Spezielle analytische Methoden wie die Mikroskopie im <math>\mu</math> m-Bereich mit Photonen (Raman, IR, UV, Röntgen) und Ionen werden vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Analytik von Gewebeproben und der gezielten Bestimmung der mineralischen Bestandteile und von Spurenelementen.</li> </ul> <p><b>Laborübung Biomaterialien und Biomineralisation</b>                  Die Versuche dienen einerseits dem Erwerb grundlegender Kenntnisse im Umgang mit biologischen, Biominerale enthaltenden Proben sowie deren analytischer Charakterisierung. Zum anderen sollen Biomaterialien selber hergestellt werden und unter verschiedenen Gesichtspunkten getestet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufarbeitung und Charakterisierung von typischen Biomineralen wie Reisspelzen, Eierschalen, Zähnen oder Knochen: Erprobung verschiedener Präparationsverfahren (Entfernung organischer Komponenten durch enzymatischen oder chemisch-oxidativen Abbau; Entfernung anorganischer Komponenten durch Ausnutzung selektiver Löslichkeiten); Charakterisierung der Proben durch verschiedene Methoden (Thermoanalyse, Mikroskopie, Elektronenmikroskopie, IR-Spektroskopie, elementanalytische Verfahren).</li> <li>• Untersuchungen zur Immobilisierung von Enzymen. Durchführung von Aktivitätstests.</li> <li>• Synthese und Charakterisierung von Kompositmaterialien</li> <li>• Methoden der mechanischen Testung</li> <li>• Ortsaufgelöste Analytik von biologischen Proben</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b>                  Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation (3 SWS)                  Laborübung Biomaterialien und Biomineralisation (4 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b>                  Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und/oder technischer Chemie, Biochemie, Life Sciences.</p>

	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
5	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Biomaterialien und Biomineralisation
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</b> M. Epple: Biomaterialien und Biomineralisation, Teubner, 2003 S. Mann: Biomineralization, Oxford 2001 B. Ratner u.a.: Biomaterials Science 2013 <b>Laborübung Biomaterialien und Biomineralisation</b> Praktikumsskript
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> V: Gebauer, Ehlert, Weinhart LÜ: Ehlert
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Ehlert

## Computational Bio-organic Chemistry

Modultitel Computational Bio-organic Chemistry		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	105 h Präsenzzeit	135 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der bio-organischen Computational Chemistry in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftfelder für die Beschreibung der internen Energie von bioorganischen Molekülen zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• Methoden für Energieminimierung zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• Methoden für Geometrieoptimierung zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• Monte-Carlo- und Moleküldynamik-Methoden zu erläutern.</li> <li>• Datenbanken von Proteinsequenzen und Strukturen zu nutzen.</li> <li>• Datenbanken von Liganden zu nutzen.</li> <li>• Protein-Ligand Wechselwirkungen zu modellieren</li> <li>• Ergebnisse der Rechnungen darzustellen und kritisch zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung/ Übung Computational Bio-Organic Chemistry</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierung von Strukturen organischer Moleküle und Proteinen</li> <li>• Grundlagen der Modellierungsmethoden: Kraftfelder, Minimierungsalgorithmen, Monte-Carlo- und Moleküldynamik-Algorithmen.</li> <li>• „Molecular-Modelling“-Programme</li> <li>• Protein-Ligand „Docking“ Methoden</li> <li>• „Pharmacophore“-Bildung</li> <li>• Datenbankensuche und Analyse.</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Computational Bio-Organic Chemistry (3 SWS) Theoretische Übung Computational Bio-Organic Chemistry (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundkenntnisse in EDV, Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie, Gute Kenntnisse in Mathematik (Integrale, Ableitungen, Matrizen, Vektoren) und Physikalische Chemie (Thermodynamik, etc.)
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Theoretische Übung) Computational Bio-Organic Chemistry
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> Molecular Modelling: Principles and Applications, Andrew R. Leach, Pearson Education, 2001
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> N.N., (ex Carlomagno)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Carlomagno)

## Funktionale Nanostrukturen

Modultitel Funktionale Nanostrukturen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1., 2., 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften Verständnisses der Herstellung und Eigenschaften neuer Funktionaler Nanostrukturen (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Funktionale Nanostrukturen wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• Umfassende Literaturrecherche (inklusive Bücher und Fachzeitschriften) bezüglich eines forschungsnahen Themas durchzuführen</li> <li>• Sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten</li> <li>• Probleme und Limits funktionaler Nanostrukturen zu identifizieren</li> <li>• Wissenschaftliche Konzepte fachlich zu erläutern und kritisch zu diskutieren</li> <li>• Wissenschaftliche Vorträge strukturiert zu halten</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren und Charakterisierung von Nanostrukturen</li> <li>• Struktur-Eigenschaftsbeziehung von Nanostrukturen</li> <li>• Elektronische Eigenschaften ausgewählter funktionaler Nanostrukturen</li> <li>• Magnetische Eigenschaften ausgewählter funktionaler Nanostrukturen</li> <li>• Plasmonische Eigenschaften ausgewählter funktionaler Nanostrukturen</li> <li>• Eigenschaften einzelner Nanostrukturen vs. Ensemble- Eigenschaften</li> <li>• Interpartikelwechselwirkungen</li> <li>• Typische Systeme, die besprochen werden sind: kolloidale Nanopartikel, Assemblierungen von Nanopartikeln, Kohlenstoffnanoröhrchen, Graphen, Kugelmöhlen, Electrospinning, Nanodrähte, Anwendungen von Nanopartikeln in Biomedizin, Solarzellen, Bildschirmtechnologien etc.</li> <li>• Neue Synthesestrategien für Nanostrukturen</li> <li>• Physikalische Prinzipien komplexer Nanostrukturen</li> </ul>	

	<p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Seminar Funktionale Nanostrukturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien des Erstellens und Haltens eines Vortrags werden vermittelt</li> <li>• Kritische Betrachtung und fachliche Diskussion wissenschaftlicher Sachverhalte wird gefördert</li> <li>• Feedback geben in konstruktiver Form wird geübt</li> <li>• Vertiefung fachbezogener Englischkenntnisse</li> </ul> <p><b>Übung Funktionale Nanostrukturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung in neue wissenschaftsbezogene Themengebiete wird geübt</li> <li>• Vertiefung fachbezogener Englischkenntnisse</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Seminar Funktionale Nanostrukturen (2 SWS) Theoretische Übung Funktionale Nanostrukturen (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie oder Nanotechnologie, Englischkenntnisse</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Funktionale Nanostrukturen</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>Individuelle Zuweisung und Recherche von Literatur zeitgenössischer wissenschaftlicher Fachzeitschriften zu individuellen Themengebieten.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozierende: N.N., (ex Bigall)</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>N.N., (ex Bigall)</p>

## Heterocyclen

Modultitel Heterocyclen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe o., SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1., 2. oder 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
120 Stunden	45 h Präsenzzeit	75 h Selbststudium
Weitere Verwendung des Moduls Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Heterocyclen und deren Anwendungen (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesen für Heterozyklen als Teilstrukturen in komplexen organischen Molekülen zu entwerfen.</li> <li>• Heterozyklen gemäß ihrer Reaktivität zu funktionalisieren.</li> <li>• Eigenschaften wie Basizität oder biologische Wirkung von Heterozyklen einzuschätzen.</li> <li>• allgemeine Darstellungsmethoden für Heterozyklen zu kennen und Synthesemechanismen zu postulieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: Vorlesung/ Übung Heterocyclen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heteroaromatizität</li> <li>• Aromatische Heterozyklen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Darstellungsmethoden wichtiger Heterozyklen, generelle Synthese-Strategien</li> <li>○ Heteroaromatizität und Basizität</li> <li>○ Reaktivität und Funktionalisierung</li> <li>○ Einsatz als Building Blocks in Totalsynthesen</li> </ul> </li> <li>• Biochemische Wirkmechanismen ausgewählter Heterozyklen</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Heterocyclen (2 SWS) Theoretische Übung Heterocyclen (1 SWS)</p>	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  Modulprüfung: Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> Keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> [1] J. A. Joule and K. Mills "Heterocyclic Chemistry" Fifth Edition, Blackwell Publishing 2009
7	<b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: Brönstrup, Jürjens
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Brönstrup

## Kolloide und Nanoteilchen

Modultitel Kolloide und Nanoteilchen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	60 h Präsenzzeit	60 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses zu physikalischen und chemischen Prinzipien von Kolloiden, Nanoteilchen und deren Charakterisierung in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prinzipien der Kolloidchemie zu erkennen.</li> <li>• Techniken der Strukturierung von Nanoteilchen als Grundlage ihrer Handhabung anzuwenden.</li> <li>• anhand von erlernten Kriterien zu beurteilen, wann kolloidale Lösungen stabil sind.</li> <li>• zu entscheiden, welche chemischen oder physikalischen Methoden für ein aufzubauendes nanostrukturiertes Bauelement (beispielsweise in der Nano- bzw. Mikroelektronik) anzuwenden sind.</li> <li>• die besonderen Eigenschaften von einigen beispielhaft besprochenen kolloidalen Lösungen zu erläutern.</li> <li>• einige gängige Methoden zur Charakterisierung von Kolloiden und Nanoteilchen vertieft zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• experimentelle Ergebnisse kritisch zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><b>Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen</b></p> <p>Im Teil „Kolloide“ der Vorlesung wird die Stabilisierung kolloidaler Lösungen besprochen, anhand der DLVO-Theorie zur Stabilität und Koagulation von Teilchen werden die Auswirkungen der wichtigsten statischen und elektrostatischen Wechselwirkungen besprochen. Einen wichtigen Raum nehmen die Stabilisierung durch oberflächenaktive Agenzien und die Bildung von Mizellkolloiden ein. Ferner werden die Erzeugung, die Stabilisierung und das Einsatzpotential von Makro- und Mikroemulsionen besprochen. Die Anordnung von kolloidalen</p>	

	<p>Partikeln zu 3-dimensionalen Strukturen wird am Beispiel von Latex-Partikeln zum Aufbau inverser Opale besprochen; die Anwendung solcher inversen Opale als photonische Kristalle wird kurz angerissen. Begriffe wie elektrochemische Doppelschicht und Zetapotential werden diskutiert.</p> <p>Im Teil „Nanopartikel“ werden ausgehend von den grundlegenden Methoden der Präparation von Nanoteilchen in gasförmiger, flüssiger und fester Phase Techniken der Stabilisierung und Deposition von Nanoteilchen behandelt. Nanoteilchen lassen sich über elektrostatische Wechselwirkung in fluiden Phasen an entsprechend vorbehandelte Oberflächen planarer und poröser Feststoffe ankoppeln (unterschiedliche Zeta-Potentiale). Unter Ausnutzung hydrophiler/hydrophober Wechselwirkungen lassen sich Feststoffoberflächen nach der Langmuir-Blodgett-Technik mit Nanoteilchen dekorieren. Nanoteilchen können auch über das Knüpfen chemischer Bindungen in strukturierter Form kovalent an Feststoffe gebunden werden. Sonderformen der Anordnung von Nanoteilchen betreffen deren Synthese und Konzentration in mizellaren Flüssigkeiten, deren in situ-Synthese und Stabilisierung in porösen Feststoffen und die Erzeugung nanokristalliner Feststoffe durch Energieeintrag. Zur Manipulation und Analyse von atomaren Oberflächenstrukturen hat eine Reihe von Rastersondentechniken große Bedeutung erlangt, deren bekannteste Vertreter die Rastertunnelmikroskopie und die Rasterkraftmikroskopie sind. Abscheidungen aus der Gasphase (CVD, PVD) sowie laser- und plasmagestützte Sputtertechniken lassen sich unter Ausnutzung unterschiedlicher Grenzflächen-energien zur 1D- und 2D-Nano-Strukturierung von Oberflächenschichten nach Volmer-Weber einsetzen. Anisotropes Ätzen zusammen mit Positiv- und Negativ-Lithographietechniken ermöglichen beliebige Strukturierungen von Schichten aus Nanoteilchen.</p> <p><b>Laborübung Kolloide und Nanoteilchen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Größenverteilung von Teilchen in einer Reihe von Kolloiden bzw. Suspensionen von Nanoteilchen wird mittels „Nanoparticle Tracking Analysis“ untersucht. In diesem Zusammenhang wird auf die Theorie der Diffusion von Nanoteilchen in Lösungen (Fluktuationen, statistisch-thermodynamische Behandlung) eingegangen.</li> <li>• Unter Verwendung der Zyklischen Voltammetrie werden typische Ad- und Desorptionsprozesse an Elektroden in Lösung untersucht. Es wird eine Einführung in die Voltammetrie als Standard-Untersuchungsmethode der Elektrochemie und in die Beschreibung von Elektrodenprozessen gegeben.</li> <li>• Es werden ZnO-Nanoteilchen in Lösung hergestellt und das Wachstum dieser Teilchen (Ostwald-Reifung) mittels UV/Vis-Spektroskopie verfolgt. In diesem Zusammenhang werden Ansätze zur Beschreibung des Kristallwachstums und die Theorie der Lichtabsorption durch Halbleiter-Nanopartikel behandelt.</li> <li>• Mittels Laser-Doppler-Anemometrie wird das Zetapotential kolloidaler Nano- und Mikropartikel aus Silika, welche mittels Stöber-Synthese synthetisiert werden, in Abhängigkeit vom pH-Wert charakterisiert.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen (2 SWS) Laborübung Kolloide und Nanoteilchen (2 SWS)</p>

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Kolloide und Nanoteilchen
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> <b>Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen</b> H.-D. Dörfler, Grenzflächen- und Kolloidchemie, VCH Verlag, 1994 C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004. R. J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford University Press, 2004 G. Brezinsky, H. Mängel, Grenzflächen und Kolloide, Spektrum Verlag, 1993, Bergmann-Schäfer, Vielteilchensysteme, Band 5, Walter de Gruyter, 1992. Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt. <b>Laborübung Kolloide und Nanoteilchen</b> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> V: N.N., (ex Bigall, Dorfs) LÜ: N.N., (ex Bigall, Dorfs)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche</b> N.N., (ex Bigall, Dorfs)

## Materialien für die Energietechnik

Modultitel Materialien für die Energietechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. oder 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses von Struktur-Eigenschaft-Beziehungen auf dem Gebiet der Energiewandlung, des Energietransports und der Energiespeicherung und deren Anwendungen (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Funktionsprinzip von Si-, Perovskit- und Farbstoffsolarzellen zu verstehen und daraus Anforderungen an die eingesetzten Materialien abzuleiten.</li> <li>• den Wirkungsmechanismus einer Brennstoffzelle (PEM, SOFC, etc.) zu verstehen und daraus Materialeigenschaften abzuleiten.</li> <li>• Elektrolyseure für die Wasserelektrolyse (incl. der Materialeigenschaften) zu erläutern und zu bewerten.</li> <li>• das Wirkprinzip elektrochemischer Speicher zu verstehen und die materialeitigen Forderungen an die eingesetzten Materialien abzuleiten.</li> <li>• Physikalische Elektroenergiespeicherung in Supercaps zu erläutern und Materialien dafür vorzuschlagen.</li> <li>• chemische Energiespeicherung durch reversible chemische Reaktionen wie beispielsweise die H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> Reduktion zu erläutern.</li> <li>• thermoelektrische Materialien materialeitig zu erläutern.</li> <li>• Möglichkeiten der Erzeugung alternativer Brennstoffe (Wasserstoff, Biodiesel, E10, ETBE) zu erläutern und zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind materialorientierte Aspekte von: Vorlesung/ Übung Materialien für die Energietechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si-Solarzellen</li> <li>• Farbstoffsolarzellen</li> <li>• Perovskitsolarzellen</li> <li>• (Photo)elektrochemische Zellen</li> <li>• Brennstoffzellen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoelektrika</li> <li>• Supercaps</li> <li>• Li-Akkus</li> <li>• Elektrolyseure</li> <li>• Membranreaktoren</li> <li>• Chemische Kreislaufprozesse</li> <li>• Wasserstoff und Methanol als alternative Brennstoffe</li> <li>• Biodiesel/E10/ETBE</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Materialien für die Energietechnik (2 SWS) Theoretische Übung Materialien für die Energietechnik (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> Literatur wird in der LV bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozenten:</b> (ex Caro, Bahnemann)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Institut für Technische Chemie, <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> (ex Caro)

## Metallorganische Chemie I

Modultitel Metallorganische Chemie I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1. oder 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	98 h Präsenzzeit	142 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Metallorganischen Chemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die historische Entwicklung der Metallorganischen Chemie zu beschreiben.</li> <li>• die mögliche Gefährlichkeit metallorganischer Verbindungen einzuschätzen.</li> <li>• besondere Arbeitstechniken der Metallorganischen Chemie anzuwenden.</li> <li>• spektroskopische Besonderheiten metallorganischer Verbindungen zu nutzen.</li> <li>• hochaktive Metalle zu erzeugen und Reaktionen mit ihnen zu führen.</li> <li>• die Erzeugung metallorganischer Verbindungen der Hauptgruppen-Metalle zu beschreiben.</li> <li>• die Erzeugung metallorganischer Verbindungen der Übergangsmetalle zu beschreiben.</li> <li>• wichtige metallkatalysierte Reaktionen zu beschreiben.</li> <li>• die Anwendungsfähigkeit der Metallorganischen Chemie der Haupt- und Nebengruppenmetalle zu beurteilen.</li> <li>• Synthesen und Reinigungsoperationen unter Luftausschluss durchzuführen.</li> <li>• wichtige metallorganische Industrieprozesse zu beschreiben.</li> <li>• spezielle Probleme der metallorganischen Synthese zu lösen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: Vorlesung Metallorganische Chemie I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbauprinzipien metall-organischer Verbindungen der Haupt- und Nebengruppenmetalle</li> <li>• stereochemische und stereoelektronische Aspekte</li> <li>• besondere Arbeitstechniken der metallorganischen Chemie</li> <li>• Analytik metallorganischer Verbindungen</li> <li>• Darstellung der wichtigsten metallorganischen Verbindungsklassen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele wichtiger metallorganischer Reaktionen (Einführung)</li> <li>• Dekomplexierung organischer Liganden</li> <li>• Reaktionen metallorganischer Verbindungen: nucleophiler und elektrophiler Angriff, Cyclisierungen</li> <li>• Prinzipien katalytischer Reaktionen</li> <li>• spezielle Aspekte.</li> </ul> <p><b>Übung Metallorganische Chemie I</b> In der Übung wird der in der Vorlesung vermittelte Stoff zur Metallorganische Chemie (Synthese, Struktur, Reaktivität) auf der Basis von Übungsaufgaben vertiefend behandelt.</p> <p><b>Laborübung Metallorganische Chemie</b> Grundlagen und ausgewählte Anwendungen der Metallorganischen Chemie.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Metallorganische Chemie I (2 SWS) Theoretische Übung Metallorganische Chemie I (1 SWS) Laborübung Metallorganische Chemie I (4 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Organischer und Anorganischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Metallorganische Chemie I</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)</p>
6	<p><b>Literatur</b> J. Hartwig, Organotransition Metal Chemistry, University Science Books, Sausalito, California 2010. C. Elschenbroich, Organometallchemie, 6. Aufl., Teubner, Stuttgart 2008. D. Astruc, Organometallic Chemistry and Catalysis, Springer, Berlin 2007.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> N.N., (ex Butenschön)</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Butenschön)</p>

## Metallorganische Chemie II

Modultitel Metallorganische Chemie II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 2. oder 4. Semester.	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Metallorganischen Chemie in Theorie und Praxis aufbauend auf dem Wahlpflichtmodul Metallorganische Chemie I (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung von Metallacyclen als Intermediate in stöchiometrischen und katalytischen metallorganischen Reaktionen zu beschreiben.</li> <li>• Neben entsprechenden Grundlagen auch Spezialwissen zu [2+2+2]-Cyclisierungen einzuordnen und anzuwenden.</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse zu stöchiometrischen und katalytischen Reaktionen von Carbenkomplexen einzuordnen und anzuwenden.</li> <li>• wichtige Übergangsmetallkatalysierte Reaktionen, auch anhand aktueller Entwicklungen zu beschreiben, einzuordnen und anzuwenden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung Metallorganische Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metallacyclen in stöchiometrischen und katalytischen Reaktionen:</li> <li>• Allgemeine Aspekte</li> <li>• [2+2+2]-Cyclisierungen</li> <li>• Reaktionen von Carbenkomplexen</li> <li>• Carbenkomplexe in der Organischen Chemie</li> <li>• Katalytische Reaktionen mit Übergangsmetallkomplexen</li> </ul> <p><b>Übung Metallorganische Chemie II</b></p>	

	In der Übung wird der in der Vorlesung vermittelte Stoff zur Metallorganische Chemie II (Synthese, Struktur, Reaktivität, Katalyse) auf der Basis von Übungsaufgaben vertiefend behandelt.
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Metallorganische Chemie II (2 SWS) Theoretische Übung Metallorganische Chemie II (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Kenntnis der Inhalte des Moduls Metallorganische Chemie I
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) Metallorganische Chemie II
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> J. Hartwig, Organotransition Metal Chemistry, University Science Books, Sausalito, California 2010. C. Elschenbroich, Organometallchemie, 6. Aufl., Teubner, Stuttgart 2008. D. Astruc, Organometallic Chemistry and Catalysis, Springer, Berlin 2007.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> N.N., (ex Butenschön)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Butenschön)

## NMR for Biopolymers

Modultitel NMR for Biopolymers		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	90 h Präsenzzeit	150 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der NMR-Spektroskopie und ihrer Anwendung auf Biomoleküle in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multidimensionale NMR-Experimente für Biomoleküle zu erläutern.</li> <li>• die Mechanismen der Übertragung der Magnetisierung zwischen magnetischen Kerne zu erläutern.</li> <li>• 3D Spektren zu interpretieren.</li> <li>• Proteinresonanzen (<math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{15}\text{N}</math>) zuzuordnen.</li> <li>• Strukturinformationen aus NMR-Spektren zu extrahieren.</li> <li>• Relaxation Phänomene zu erläutern.</li> <li>• die Grundlage der NOEs, skalaren und dipolaren Kopplungen zu erläutern.</li> <li>• Proteinstrukturen anhand der NMR-Daten zu rechnen.</li> <li>• Wechselwirkungen zwischen Proteinen und Liganden, anderen Proteinen, Nukleinsäuren, etc. mittels NMR zu beobachten und charakterisieren.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung/ Theoretische Übung NMR for Biopolymers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D Experimenten</li> <li>• Pulsprogramme</li> <li>• Zuordnung der Proteinresonanzen</li> <li>• Messungen von NOEs</li> <li>• skalare und dipolare Kopplungen an Proteinen</li> <li>• Spektren-Analyse und Auswertung</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaxation</li> <li>• Strukturrechnung</li> <li>• Charakterisierung der intermolekularen Wechselwirkung</li> <li>• Anwendung der NMR Spektroskopie in Drug Design.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung NMR for Biopolymers (3 SWS) Theoretische Übung NMR for Biopolymers (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundkenntnisse in EDV, Fortgeschrittene Kenntnisse in Chemie, Grundkenntnisse in NMR Spektroskopie (inklusive 2D Experimente), Anwendung der NMR Spektroskopie in der organischen Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Übung) NMR for Biopolymers
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> Protein NMR spectroscopy – Principles and Practice. Cavanagh, Fairbrother, Palmer, Rance, Skelton, Academic Press (Second Edition, 2007)
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> N.N., (ex Carlomagno)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Carlomagno)

## Oberflächenchemie

<b>Modultitel</b> Oberflächenchemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1., 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Oberflächenchemie und deren Anwendungen (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalisch-chemische Besonderheiten von Festkörperoberflächen zu verstehen und einen Zusammenhang mit der Funktionalität von Oberflächen wie z. B. in der Katalyse herzustellen.</li> <li>• aus einem Pool von Oberflächenanalysemethoden, die je nach Problemstellung geeigneten Methoden, auszuwählen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung/Übung Oberflächenchemie</b>          Festkörperoberflächen besitzen im Vergleich zum Volumen des Festkörpers besondere chemische, strukturelle und elektronische Eigenschaften. Diese besonderen Eigenschaften sind Grundlage für die Adsorption und für die Verwendung von Festkörperoberflächen in der heterogenen Katalyse. Zur Charakterisierung der strukturellen und elektronischen Eigenschaften von Oberflächen stehen zahlreiche Analysemethoden zur Verfügung deren Grundlagen in diesem Kurs vorgestellt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photoelektronenspektroskopie</li> <li>• Elektronenbeugung</li> <li>• Rastertunnel- und Rasterkraft-Mikroskopie</li> <li>• Schwingungsspektroskopie</li> <li>• Ionenstreuung</li> <li>• auf Synchrotronstrahlung basierte Methoden.</li> </ul> <p>Die Bedeutung der Oberflächen in der heterogenen Katalyse, in der Energieforschung und in der Nanotechnologie wird an zahlreichen Beispielen demonstriert.</p>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Oberflächenchemie (2 SWS) Theoretische Übung Oberflächenchemie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> K. Christmann, Introduction to surface physical chemistry, Steinkopff/Springer. I. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet, Concepts of modern catalysis and kinetics, Wiley-VCH. G. Ertl, J. Küppers, Low energy electrons and surface chemistry, Wiley-VCH.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> N.N., (ex Imbihl)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Imbihl)

## Organische Massenspektrometrie

<b>Modultitel</b> Organische Massenspektrometrie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1., 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	48 h Präsenzzeit	72 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Massenspektrometrie zur Strukturbestimmung bestimmter Naturstoffklassen in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Hilfe analytischer Methoden durch die Ionisation des zu untersuchenden Analyten Rückschlüsse auf die Struktur und den Aufbau von organischen Verbindungen zu ziehen.</li> <li>• ein für das zu untersuchende Molekül geeignetes Massenspektrometer auszuwählen.</li> <li>• spezielle analytische Fragestellungen mit massenspektrometrischen Methoden zu bearbeiten und Messungen an den Geräten durchzuführen.</li> <li>• vorherzusagen, welche MS-Experimente sinnvolle Aussagen für eine bestimmte Molekülklasse liefern.</li> <li>• unterschiedliche Messmethoden wiederzugeben, zu erläutern und sie problemorientiert einzusetzen.</li> <li>• Literaturrecherchen für massenspektrometrische Fragestellungen durchzuführen und zur genaueren Erschließung der Fragestellungen zu nutzen.</li> <li>• massenspektrometrische Fragestellungen in einen wissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</li> <li>• auf Basis von aktuellen wissenschaftlichen Publikationen massenspektrometrische Anwendungen herauszuarbeiten, zu strukturieren und Schlussfolgerungen abzuleiten sowie diese in einem Kurzvortrag einem Fachpublikum vorzustellen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne Methoden der Massenspektrometrie</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Ionisierungsmethoden</li> <li>• Verständnis von MS-Analysatoren auf physikalischem und technischem Niveau</li> <li>• Kopplung mit chromatographischen Systemen</li> <li>• Tandem Massenspektrometrie</li> <li>• Massenspektrometrische Analyse von Biomolekülen</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Organische Massenspektrometrie (1 SWS) Seminar Organische Massenspektrometrie (2 SWS) Laborübung Organische Massenspektrometrie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Massenspektrometrie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Organische Massenspektrometrie (eigener Vortrag im Seminar), VbP (Laborübung) Organische Massenspektrometrie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> E. de Hoffmann, V. Stroobant, Mass Spektrometry – Principles and Applications, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-48566-7; J.R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry – A Guide for Chemical and Biochemical Analysis, 2. Aufl., Wiley-VCH, ISBN 0-471-95831-X; aktuelle Primärliteratur aus internationalen Journalen.
7	<b>Weitere Angaben</b> <b>Dozierende:</b> Dräger, Kirschning
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dräger

## Reaktionsmechanismen

Modultitel Reaktionsmechanismen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe o. SoSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
240 Stunden	105 h Präsenzzeit	135 h Selbststudium
Weitere Verwendung des Moduls keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung weiterführender Kenntnisse über die Reaktionsmechanismen von Synthesen verschiedener Verbindungsklassen der Organischen Chemie sowie grundlegende stereoelktronische Konzepte, die zum besseren Verständnis unterschiedlicher Reaktionen dienen (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionstypen zu erkennen und diese zur Vorhersage von Reaktionen zu verwenden.</li> <li>• erworbene vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Bereichen Organisch Chemischer Reaktionen zu erkennen, wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• Reaktionsmechanismen vor dem Hintergrund der stereochemischen Kontrolle zu nutzen.</li> <li>• reaktive Intermediate und reaktive Zwischenstufen für die Vorhersage von chemischen Reaktionen zu nutzen.</li> <li>• Die Reaktivität Übergangsmetall-vermittelte Reaktionen (Pd, Fe, Ru, Rh, Cu, Ni, Au) zu erkennen, einzuschätzen und die daraus resultierenden Produkte vorherzusagen.</li> <li>• erworbenes Wissen an unbekanntem Substraten anwenden zu können, um unbekannte Reaktionssequenzen korrekt beurteilen zu können.</li> <li>• Reaktivitäten zur Synthese komplexer Verbindungen anzuwenden.</li> <li>• sich in spezielle Themenbereiche einzuarbeiten, sich diese anzueignen, zu verwenden und in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• aus Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu erkennen.</li> <li>• Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren.</li> <li>• komplexe Problemlösungswege anhand des westlichen Weges der Abstraktion im Vergleich zum holistischen östlichen Ansatz zu erkennen und anzuwenden.</li> </ul>	

2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b> <b>Vorlesung Reaktionsmechanismen</b></p> <p>Die Studierenden können Reaktionsmechanismen und Reaktionstypen in der Organischen Chemie, wie z.B. die Pericyclischen Ringschluss- und Additionsreaktionen bzw. Reaktionen mit Übergangsmetallkomplexen und Carbenkomplexen verstehen, und sind in der Lage sie für die Erklärung von Reaktionssequenzen, besonders auch vor dem Hintergrund der stereochemischen Kontrolle zu nutzen. Mit Hilfe der Baldwin-Regeln können sie Voraussagen bezüglich chemischer Ringschlussreaktionen und kinetisch bevorzugter Produkte treffen und Kriterien für Ausnahmen von den Regeln definieren. Des Weiteren sind sie mit dem Orbitalschema vertraut und in der Lage Wechselwirkungen zwischen unterschiedlich besetzten Orbitalen darzustellen und vorauszusagen.</p> <p><b>Theoretische Übung Reaktionsmechanismen</b></p> <p>In den theoretischen Übungen können die Studierenden die Möglichkeiten zur problemorientierten Diskussion von komplexen Sachverhalten und Problemstellungen nutzen sowie die Vorlesungsinhalte durch das selbstständige Lösen vorgegebener Übungsaufgaben, oder auch in Zusammenarbeit mit anderen Studierenden, vertiefen und weiterentwickeln.</p> <p><b>Laborübung Reaktionsmechanismen</b></p> <p>Die Studierenden sollen im Rahmen des Experimentellen Seminars die Fähigkeit, Reaktionen in Abhängigkeit von den Eigenschaften und Strukturen bestimmter Stoffklassen zu erkennen, erlangen und dabei einen Einblick in die modernen und aktuell in der Forschung angewandten Reaktionsmechanismen zur Synthese von Wirk- und Naturstoffen erhalten.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Mechanismen übergangsmetallvermittelter Reaktionen, von Cycloadditionen und photochemisch aktivierter Reaktionen zu beschreiben und auf praktische Aufgabenstellungen zu übertragen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Praktikumsversuche in einem bestimmten Zeitfenster unter Berücksichtigung der Arbeitsschutzvorschriften und Einhaltung der Laborordnung sorgfältig und gefahrlos durchzuführen. Sie besitzen ein besseres Verständnis für den Umgang mit organischen luftempfindlichen und entzündlichen Substanzen.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Reaktionsmechanismen (2 SWS) Theoretische Übung Reaktionsmechanismen (1SWS) Laborübung Reaktionsmechanismen (4 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>

	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Reaktionsmechanismen
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<p><b>Literatur</b>  <b>Vorlesung und theoretische Übung Reaktionsmechanismen</b>            [1] Clayden Greeves, Warren, Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, ISBN 0198503466            [2] I. Fleming, Frontier Orbitals and Organic Chemical Reaktionen, John Wiley &amp; Sons, ISBN 0471 018198; R.W. Hoffmann, Elemente der Syntheseplanung, Elsevier, ISBN-13: 978-3-8274-1725-1            Aktuelle Übersichts- und Originalartikel aus der Literatur.</p> <p><b>Laborübung Reaktionsmechanismen</b>            Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozierende: Kalesse</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b>            Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie , LE Chemie;  <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b>            Kalesse</p>

## Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene

Modultitel Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>organischen Reaktionsmechanismen bei der Beurteilung von Reaktionen einzusetzen, zu verstehen, angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>stringent bei der Bearbeitung aktueller Reaktionsmechanismen vorzugehen.</li> <li>Methoden der Recherche von Literaturdaten anzuwenden.</li> <li>eigenständig Lehrbuchtexte und Literaturreferenzen zu nutzen, um ein zunehmendes Verständnis der aktuellen Reaktionsmechanismen zu entwickeln.</li> <li>eigenständig Literaturrecherchen durchzuführen.</li> <li>erworbenes synthetisches Wissen einzusetzen, um Reaktionen zu verstehen, angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>ein Verständnis für die Kopplung bekannter Reaktionsmechanismen mit neuen Reaktionen und Reaktionssequenzen herzustellen.</li> <li>eigenständig Lehrbuchtexte und Literaturreferenzen zu nutzen, um Vorschläge für unbekannte Reaktionsmechanismen zu entwickeln und auf ihre Plausibilität hin abzuschätzen.</li> <li>eigenständig Vorschläge zur Aufklärung von unbekannte Reaktionsmechanismen zu unterbreiten.</li> <li>für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> </ol>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene</b> Die Vorlesung beschäftigt sich mit Reaktionsmechanismen die in den Grundvorlesungen nicht behandelt werden. Das sind z.B. verschiedene Anwendungen der Photochemie, Umlagerungsreaktionen oder moderne metallorganische Reaktionen. Alle wichtigen</p>	

	<p>Reaktionsmechanismen werden behandelt, um daraus Konzepte für Selektivitäten in Synthesen abzuleiten.</p> <p><b>Übung Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene</b> Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Vorlesung.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene (2 SWS) Theoretische Übung Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> keine</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>
6	<p><b>Literatur</b> <b>Vorlesung/ Übung Reaktionsmechanismen für Fortgeschrittene</b> Reaktionsmechanismen, R. Brückner, Springer Organisch-Chemischer Denksport, R. Brückner, Vieweg Molecular Orbitals and Organic Chemical Reactions, I. Fleming, Wiley</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b> Kalesse</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie , LE Chemie; <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b> Kalesse</p>

## Selforganization in Chemistry

<b>Modultitel</b> Selforganization in Chemistry		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Englisch/Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1., 2. oder 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines erweiterten und vertieften Verständnisses der Selbstorganisation in Chemie und Biochemie (für Fortgeschrittene Masterstudierende).  <b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>die grundlegenden Mechanismen und die mathematischen Beschreibungen zu verstehen, die den verschiedenen Formen der Selbstorganisation in der Chemie und Biochemie zugrunde liegen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung/Übung</b> In chemischen Systemen, die weit vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernt sind, kann Selbstorganisation auftreten, die zu räumlich und/oder zeitlich geordneten Strukturen führt. Bekannte Beispiele sind kinetische Oszillationen, chemische Wellenmuster und chaotisches Verhalten. Nach der Darstellung der Phänomenologie werden die grundlegenden mathematischen Werkzeuge, d.h. Stabilitätstheorie und Bifurkationsanalyse, vorgestellt, die zum Verständnis solcher Phänomene erforderlich sind. Wir diskutieren bistabile, erregbare und oszillierende Systeme, Turing-Muster (=stationäre Konzentrationsmuster), die Rolle von Fluktuationen, deterministisches Chaos und verschiedene Wege von geordnetem Verhalten zu Chaos.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Selforganization in Chemistry (2 SWS) Theoretische Übung Selforganization in Chemistry (1 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> keine
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)
6	<b>Literatur</b> [1] A. S. Mikhailov, Foundations of Synergetics I, Springer, Berlin, 1994. [2] F. W. Schneider, A. F. Münster, Nichtlineare Dynamik in der Chemie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.
7	<b>Weitere Angaben</b>  <b>Dozierende:</b> N.N., (ex Imbihl)
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N., (ex Imbihl)

## Wirkstoffmechanismen und -darstellung

Modultitel Wirkstoffmechanismen und -darstellung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 8	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	84 h Präsenzzeit	156 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  <b>Modulzweck</b> Das Modul dient der Vermittlung eines erweiterten Verständnisses der Wirk- und Naturstoffchemie und deren Anwendungen (für fortgeschrittene Masterstudierende).  <b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. erworbenes organisches und biotechnologisches Natur- und Wirkstoffwissen einzusetzen, um grundlegende Prozesse zu verstehen, angemessen zu beschreiben und zu beurteilen.</li> <li>2. stringent bei der Bearbeitung aktueller Forschungsthemen vorzugehen.</li> <li>3. Methoden der Recherche von Literaturdaten anzuwenden.</li> <li>4. eigenständig Lehrbuchtexte und Literaturreferenzen zu nutzen, um ein zunehmendes Verständnis organischer und überfachlicher Zusammenhänge zu entwickeln.</li> <li>5. eigenständig Literaturrecherchen durchzuführen.</li> <li>6. unbekannte organische Verbindungen hinsichtlich ihrer biomedizinischen und biotechnologischen Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>7. Verständnis auszubilden für die Koppelung einzelner Systemkompartimente in Bioprocessen, Zusammenhänge zwischen Reaktionskinetik und Stofftransport zu kennen.</li> <li>8. eigene Arbeitsprozesse selbständig und termingerecht zu organisieren, sie sinnvoll zu strukturieren und zielgerichtet auszuführen.</li> </ol>	
	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Vorlesung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften</b> Die Vorlesung beschäftigt sich mit dem gezielten Aufbau pharmakologisch relevanter Verbindungen und dem Verständnis der biologisch-medizinischen Aktivität auf molekularer Grundlage. Dabei sollen die bedeutenden biologischen Targets angesprochen und die wichtigen Naturstoffklassen sowohl als Target als auch biologisches Werkzeug behandelt werden. Neben aktuellen Aspekten der Wirkstoffforschung sollen die modernen Themen der bioorganischen Chemie aufgegriffen und speziell vor dem Hintergrund der Diagnostik besprochen werden. Den	

	<p>Studierenden soll an ausgewählten Beispielen vermittelt werden, mit welchen interdisziplinären Methoden medizinisch relevante Fragestellungen gelöst werden und wie eine Wirkstoffentwicklung erfolgen kann. Zusätzlich sollen die aktuellen Methoden der Biologischen Chemie wie Chemical Genomics und Metabolomics besprochen werden. Die Behandlung der gebräuchlichen Hoch-Durchsatz-Methoden soll das Verständnis der Wirkstoffchemie vervollständigen.</p> <p><b>Übung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften</b> Selbständige Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Einzelthemen. Vertiefte Diskussion zu ausgewählten Themen der Vorlesung.</p> <p><b>Vorlesung Bioprozesstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik biotechnologischer Prozesse (Kopplung Stofftransport und Reaktionskinetik)</li> <li>• Stofftransportphänomene in biotechnologischen Prozessen</li> <li>• Spezielle Reaktortechniken/-typen</li> <li>• Metabolic Flux Analysis</li> <li>• Prozessbeispiele</li> <li>• Downstream-Processing</li> <li>• Pflanzenbiotechnologie</li> <li>• Marine Biotechnologie</li> <li>• Tissue Engineering</li> <li>• Zellkulturtechnik</li> <li>• Industrielle Biotransformationen</li> </ul> <p><b>Seminar Bioprozesstechnik</b> In kleinen Gruppen selbstständig ausgearbeitete Vorträge zu ausgewählten, aktuellen Themen der Biotechnologie.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften (2 SWS) Theoretische Übung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften (1 SWS) Vorlesung Bioprozesstechnik (2 SWS) Seminar Bioprozesstechnik (1 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p><b>Modulprüfung:</b> keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b> keine</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b> keine</p> <p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>

6	<p><b>Literatur</b>  <b>Vorlesung/ Übung Wirkstoffmechanismen und pharmazeutische Eigenschaften</b>          H. Dugas, Bioorganic Chemistry, Springer, 1999          H.-J. Böhm, G. Klebe, H. Kubinyi, Wirkstoffdesign, Spektrum Verlag, 1996          E. Mutschler, Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1991          W. Forth, D. Henschler, W. Rummel, K. Starke (Hrsg.), Pharmakologie und Toxikologie, Spektrum Verlag, 1998          P.M. Dewick, Medicinal Natural Products, 3. Ausgabe, John Wiley &amp; Sons, 2008</p> <p><b>Vorlesung Bioprozesstechnik</b>          J. Bailey, D. Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw Hill, ISBN 0-07-003212-2          H. Chmiel, Bioprozesstechnik, Spektrum Verlag, ISBN 978-3-8274-2476-1          P.M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, ISBN 978-0-12-220851-5          Liese, K. Seelbach, C. Wandray, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH ISBN 3-527-30094-5          K. Buchholz, V. Kasche, Biokatalysatoren und Enzymtechnologie, VCH, ISBN 3-527-28238-6          H. Land, D. Clark: Biochemical Engineering, Marcel Dekker, Inc. ISBN 0-8247-0099-6          H.-J. Rehm: Industrielle Mikrobiologie, Springer-Verlag, ISBN 3-540-09642-2</p> <p>Eine aktuelle Literaturliste wird jeweils zu Semesterbeginn verteilt.</p> <p><b>Seminar Bioprozesstechnik</b>          Übersichten und Primärliteratur aus internationalen Journalen.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p><b>Dozierende:</b>          V1: Kalesse          V2: Scheper, Blume          Ü: Kalesse          S: Scheper, Blume</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b>          Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Organische Chemie, LE Chemie;  <a href="http://www.oci.uni-hannover.de">http://www.oci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b>          Kalesse</p>

## Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien

Modultitel Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M. Sc. Chemie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	Häufigkeit des Angebots WiSe	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	Empfohlenes Fachsemester 1.-3. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines erweiterten Verständnisses und vertiefter Fähigkeiten zur Charakterisierung der optischen Eigenschaften (kolloidaler) Nanomaterialien mithilfe zeitaufgelöster spektroskopischer Methoden, welches den Studierenden das Verständnis und die Einordnung der untersuchten Nanomaterialien für neuartige Optoelektronik vermittelt (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Prinzipien zeitaufgelöster und ultrakurzzeitspektroskopischer Methoden zu verstehen und zu beschreiben.</li> <li>• Die Eignung unterschiedlicher zeitaufgelöster spektroskopischer Methoden an zu untersuchenden Nanomaterialien zu bewerten und entsprechend auszuwählen.</li> <li>• photochemische und photophysikalische Prozesse in Nanomaterialien mit Hilfe der zeitaufgelösten Spektroskopie zu verstehen und zu beschreiben.</li> <li>• die Eignung unterschiedlicher Nanomaterialien für spezifische Anwendungen der Optoelektronik mit Hilfe der zeitaufgelösten Spektroskopie zu charakterisieren.</li> <li>• aktuelle Entwicklungen im Bereich der Optoelektronik von Nanomaterialien zu beschreiben und einzuordnen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• physikalische Methoden in der Chemie anzuwenden.</li> <li>• sich Sicherheitsvorschriften und -maßnahmen im Umgang mit sichtbarer und unsichtbarer Laser-Strahlung anzueignen.</li> <li>• experimenteller Ergebnisse kritisch zu beurteilen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkungen</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der zeitaufgelösten Spektroskopie erläutert an Beispielen aus dem Bereich der Nanomaterialien und organischer Moleküle</li> <li>• Photochemische und photophysikalische Prozesse, z.B. Jablonski-Diagramme</li> <li>• Zeitaufgelöste Fluoreszenz-Spektroskopie zur Charakterisierung von Nanomaterialien, Lebenszeiten optisch angeregter Zustände in Nanomaterialien,</li> <li>• Ultrakurzzeitspektroskopische Methoden,</li> <li>• Transiente Absorptionsspektroskopie, (verstärkte) Femtosekunden-Laserpulse, Anregungs-Abfrage Experimente, Datenanalyse</li> <li>• Aktuelle Beispiele aus der Forschung</li> </ul> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbst synthetisierte (z.B. photolumineszierende, plasmonische und heterostrukturierte) Nanomaterialien mit Absorptions-, Emissions- und plasmonischen Eigenschaften im UVVis bis Nahinfrarot-Bereich werden mithilfe kurzzeitspektroskopischer Methoden auf ihre Eignung für die Optoelektronik hin untersucht.</li> <li>• 1. Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie an hergestellten Nanomaterialien, TCSPC-Messungen geben Aufschluss über Lebenszeiten angeregter Ladungsträger, Bewertung der Güte der Materialein</li> <li>• 2. Transiente Absorptionsspektroskopie an hergestellten Nanomaterialien: Einführung in den Messaufbau, Vorbereitung und Durchführung der Messungen, Auswertung der Daten und Vergleich mit den in 1. erhaltenen Ergebnissen, Bewertung der Güte der Materialien.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <p>Vorlesung Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien (2 SWS) Laborübung Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien (2 SWS)</p>
4a	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
4b	<p><b>Empfehlungen</b></p> <p>Fortgeschrittene Kenntnisse in physikalischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p>
	<p><b>Studienleistungen:</b> VbP (Laborübung) Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien</p>
	<p><b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation 20 Minuten)</p>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p>W. Demtröder, Laserphysik 2 – Experimentelle Techniken, Springer Spektrum, 2012 J.R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, Springer, 2006 R.R. Alfano, The Supercontinuum Laser Source – The Ultimate White Light, Springer 2016 Empfehlenswerte aktuelle Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p> <p><b>Laborübung Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanomaterialien</b></p>

	Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden zu den Versuchen angegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b>  Dozierende: V: Lauth LÜ: Lauth
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; <a href="http://www.pci.uni-hannover.de/">http://www.pci.uni-hannover.de/</a>
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Lauth

Aktuelle Aspekte der Chemie

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte der Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte der Chemie.</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen der Chemie zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte der Chemie</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander aktuelle Aspekte der Chemie und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <p><b>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine wissenschaftliche Präsentationstechniken</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte der Chemie (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte der Chemie (1 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte der Chemie (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  <b>Dozierende:</b> N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Aktuelle Aspekte der Chemie mit Laborübung

<b>Modultitel</b> Aktuelle Aspekte der Chemie mit Laborübung		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	98 h Präsenzzeit	142 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses aktueller Aspekte der Chemie in Theorie und Praxis.</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen der Chemie zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> <li>• Versuchsergebnisse auszuwerten, zu erläutern und mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Aspekte der Chemie</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander aktuelle Aspekte der Chemie und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <p><b>Laborübung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende werten Publikationen zu aktuellen Aspekten der Chemie aus und reproduzieren Synthesen.</li> </ul>	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Aktuelle Aspekte der Chemie (2 SWS) Seminar Aktuelle Aspekte der Chemie (1 SWS) Laborübung Aktuelle Aspekte der Chemie (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Aktuelle Aspekte der Chemie (eigener Vortrag im Seminar), VbP (Laborübung) Aktuelle Aspekte der Chemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
Studiengang M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
Leistungspunkte 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
120 Stunden	42 h Präsenzzeit	78 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses neuer Methoden und Anwendungen in der Chemie.  <b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen der Chemie zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  <b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b>  <b>Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie</li> </ul> <b>Seminar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander neue Methoden und Anwendungen in der Chemie, sie und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (1 SWS)	

4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (eigener Vortrag im Seminar)
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 60 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.

## Modulkatalog – Master Chemie

### Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie mit Laborübung

<b>Modultitel</b> Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie mit Laborübung		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M. Sc. Chemie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4	<b>Häufigkeit des Angebots</b> WiSe o. SoSe	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> kein	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1.-3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
240 Stunden	98 h Präsenzzeit	142 h Selbststudium
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses neuer Methoden und Anwendungen in der Chemie in Theorie und Praxis.</p> <p><b>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen der Chemie zu erkennen, zu beschreiben und einzustufen.</li> <li>• sich in neue fachliche Themengebiete anhand moderner wissenschaftlicher (auch englischer) Fachliteratur einzuarbeiten.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> <li>• sich an wissenschaftlichen Diskussionen zu beteiligen.</li> <li>• Versuchsergebnisse auszuwerten, zu erläutern und mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden.</li> </ul>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><b>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</b></p> <p><b>Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie</li> </ul> <p><b>Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende präsentieren einander neue Methoden und Anwendungen in der Chemie, sie und führen miteinander wissenschaftliche Diskussionen dazu.</li> </ul> <p><b>Laborübung</b></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studierende werten Publikationen zu neuen Methoden und Anwendungen in der Chemie aus und reproduzieren Synthesen.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> Vorlesung Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (2 SWS) Seminar Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (1 SWS) Laborübung Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (4 SWS)
4a	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  <b>Modulprüfung:</b> Keine
4b	<b>Empfehlungen</b> Keine
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> VbP (Präsentation) Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie (eigener Vortrag im Seminar), VbP (Laborübung) Neue Methoden und Anwendungen in der Chemie
	<b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten oder VbP (Präsentation (20 Minuten inkl. Diskussion))
6	<b>Literatur</b> Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine  Dozierende: N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, LE Chemie
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> N.N.