

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	09-121-1501	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Moderne Verfahren der Wirkstoffentwicklung</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Laboratory Course in Modern Drug Discovery
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Institut für Wirkstoffentwicklung/Pharmazeutische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Moderne Verfahren der Wirkstoffentwicklung" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Der Studierende beherrscht computergestütztes Design von Wirkstoffen (kleine Moleküle, Antikörper oder Immunogene) und kann organisch- chemische Synthesemethoden oder molekularbiologische Methoden zur Herstellung der Wirkstoffe anwenden. Sie können die Wirkstoffe durch moderne Analytik-Methoden (z.B. GC-MS, HPLC, ESI, NMR) charakterisieren, sowie mit geeigneten Messverfahren die biologische Aktivität beurteilen und die Struktur-Wirkungsbeziehung einschätzen.
<b>Inhalt</b>	Im Rahmen dieses Praktikums soll dem Studierenden der Forschungsschwerpunkt moderner Wirkstoffentwicklung nahegebracht werden. Der Forschungshintergrund wird zunächst durch eine Literaturrecherche erschlossen. Die Zielmoleküle werden am Computer entworfen. Nach Herstellung der Moleküle durch entsprechende Syntheseverfahren (Medizinalchemie oder Molekularbiologie) werden die potenziellen Wirkstoffe charakterisiert. Abschließend wird die biologische Aktivität überprüft. Die Experimente werden dokumentiert, die erzielten Ergebnisse kritisch bewertet und in einer Präsentation abschließend vorgestellt.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Moderne Verfahren der Wirkstoffentwicklung" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11-121-1112	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Bioorganische Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Bioorganic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Biochemie/ Bioorganische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Bioorganische Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Bioorganische Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen biorganischer Synthese- und Analytikmethoden.
<b>Inhalt</b>	Synthesemethoden- und strategien von Peptiden, Kohlenhydraten und Nucleinsäuren, chemische Modifizierung, Einführung von Fluoreszenzfarbstoffen, Radioliganden und Biotin, sowie deren Anwendungen, molekulare Sonden für biologische Fragestellungen und deren selektive Einführung
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul "Grundlagen der Biochemie" (11-111-1152-N) oder äquivalente Kenntnisse
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat, 30 Min.</i>	
	Vorlesung "Bioorganische Chemie" (2SWS)
	Seminar "Bioorganische Chemie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11-121-1113	Wahlpflicht

### Modultitel **Molekularbiologie**

**Modultitel (englisch)** Molecular Biology

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Molekularbiologie und Biochemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Molekularbiologie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Molekularbiologie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Wissen in der Molekularbiologie und können Themenstellungen unter verschiedenen Zielsetzungen analysieren, bearbeiten und selbstständig darstellen.

**Inhalt** Prinzipielle Mechanismen der prokaryotischen Regulation von Replikation, Transkription, Translation. Einführung in die gentechnischen Arbeitsmethoden, Kenntnis der verschiedenen gängigen Bakterien, Restriktionsenzyme, Klonierungstechniken und Mechanismen.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul "Grundlagen der Biochemie" (11-111-1152-N) oder äquivalente Kenntnisse

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Referat</i>	
	Vorlesung "Molekularbiologie" (3SWS)
	Seminar "Molekularbiologie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11-121-1116	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Bioorganische Chemie**

**Modultitel (englisch)** Practical Course Bioorganic Chemistry

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Biochemie/ Bioorganische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Bioorganische Chemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen die Grundarbeitstechniken in der Bioorganik und können diese forschungsorientiert anwenden.

**Inhalt** Anwendung von Synthesemethoden und -strategien zur Modifizierung von Peptiden, Erlernen von Festphasensynthesestrategien, Handhabung von Polymeren, Analytik von Biopolymeren, Funktionsuntersuchungen.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul "Bioorganische Chemie" (11-121-1112)

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Bioorganische Chemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0123	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Konzentrationsanalytik**

**Modultitel (englisch)** Advanced Practical Course in Concentration Analysis

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Konzentrationsanalytik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Konzentrationsanalytik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen analytische Methoden und können diese anwenden. Sie sind in der Lage ausgewählte Themen der Konzentrationsanalyse unter verschiedenen Zielsetzungen zu analysieren, bearbeiten und selbstständig darzustellen.

**Inhalt** Forschungspraktikum zu ausgewählten Themen der Konzentrationsanalytik.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine, nicht kombinierbar mit 13-121-0121 und 13-121-0127

**Literaturangabe** R. Kellner (Hrsg) Analytical Chemistry Wiley 2004, ISBN 3-527-30590-4  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Konzentrationsanalytik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0124	Wahlpflicht

### Modultitel **Spezielle Analytische Methoden**

**Modultitel (englisch)** Special Analytical Methods

**Empfohlen für:** 1.–2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Strukturanalytik

**Dauer** 2 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Spezielle Analytische Methoden I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Vorlesung "Spezielle Analytische Methoden II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Wissen in ausgewählten Methoden der Analytik.

**Inhalt** Das Modul besteht aus 2 je zweistündigen Vorlesungen zu ausgewählten und wechselnden Themen der NMR-Spektroskopie, der Massenspektrometrie, der Spurenanalytik und der Elektroanalytik

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

1. Stefan Berger, Siegmund Braun: 200 and More NMR Experiments, Wiley-VCH, 2004
2. R. Kellner (Hrsg) Analytical Chemistry Wiley 2004, ISBN 3-527-30590-4

Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Spezielle Analytische Methoden I" (2SWS)
	Vorlesung "Spezielle Analytische Methoden II" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0125	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Spurenanalytische Methoden und Verfahren</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Methods and Procedures for Trace Analysis
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Analytische Chemie in biologischen Systemen
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 20 h Selbststudium = 35 h</li> <li>• Seminar "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 25 h Selbststudium = 40 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen spurenanalytische Techniken zum quantitativen Nachweis organischer und anorganischer Spurenstoffe aus Wasser, Boden, Luft und biologischen Materialien. Sie können Methoden anwenden und interpretieren.
<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul besteht aus Vorlesung und Seminar zu ausgewählten Themen der organischen Spurenanalytik und der Element-Spurenanalytik einschließlich der Speziationsanalytik, aus Wasser, Boden, Luft und biologischen Materialien; einschl. Probennahmetechniken, Probenaufarbeitung (Anreicherung, Extraktion, Aufschluss etc) und Aufreinigungsverfahren.</p> <p>Dabei werden Anwendungen folgender Methoden behandelt:          Gaschromatographie, Flüssigchromatographie, Kopplung mit Massenspektrometrie; Atomspektroskopie, Element-Massenspektrometrie; Kopplungen mit Chromatographie, Photometrie, elektrochemische Verfahren.          Ergänzend wird eine Geräteübung Erfahrung in ausgewählten spurenanalytischen instrumentellen Techniken vermitteln (Analyse von Wasser- und/oder Sediment-Proben)</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marr, Cresser, Ottendorfer, Umweltanalytik - eine allgemeine Einführung, Thieme Verlag, Stuttgart, 1988.</li> <li>2. Perez-Bendito, Rubio, Rubio, Environmental Analytical Chemistry, Elsevier, Amsterdam, 1999.</li> <li>3. Otto, Analytische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 3. Aufl., 2006.</li> </ol> Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (2SWS)
	Übung "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (1SWS)
	Seminar "Spurenanalytische Methoden und Verfahren" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0127	Wahlpflicht

### Modultitel **Problemorientierte instrumentelle Analytik**

**Modultitel (englisch)** Problem Oriented Instrumental Analysis

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Konzentrationsanalytik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "Problemorientierte instrumentelle Analytik" (5 SWS) = 75 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen ausgewählte instrumentelle Methoden für analytische Problemlösungen und sind in der Lage diese forschungsorientiert anzuwenden.

**Inhalt** Es werden Versuche zur Bestimmung diverser Inhaltsstoffe in Realproben mittels moderner chromatographischer, spektroskopischer sowie elektroanalytischer Techniken durchgeführt. Darüber hinaus werden wichtige Tätigkeiten im Rahmen der Qualitätssicherung wie Validierung und Kalibrierung von Analysenverfahren vermittelt.

**Teilnahmevoraussetzungen** nicht kombinierbar mit 13-121-0121

**Literaturangabe** 1. Karl Cammann (Hrsg) Instrumentelle Analytische Chemie  
2. R. Kellner (Hrsg) Analytical Chemistry Wiley 2004  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Problemorientierte instrumentelle Analytik" (5SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0211	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefende Anorganische Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Advanced Inorganic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professuren für Anorganische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	• Vorlesung "Vertiefende Anorganische Chemie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erlangen vertiefende Kenntnisse in Festkörperchemie, Raumgruppensymmetrie und symmetrieabhängigen Festkörpereigenschaften, Magnetochemie, Bioorganometallchemie und Supramolekularer Koordinationschemie.
<b>Inhalt</b>	Raumgruppensymmetrie und symmetrieabhängige Eigenschaften: Herleiten von Punktgruppen, Translationsgittern und Raumgruppentypen, Piezo-, Pyro- und Ferroelektrika, kooperativer Magnetismus und Magnetsymmetrie. Struktur und Eigenschaften der Festkörper: Kristalldefekte und mechanische Eigenschaften, Ionenleitung; Bandstrukturen und Leitfähigkeit; Supraleitung. Vertiefende Metallorganische Chemie der Übergangsmetalle: Isolobalkonzept; Cluster: Hauptgruppenelemente (Zintl-Anionen, Wade-Regeln), Übergangsmetalle (mit Coliganden), 2- bis 5-kernige und höherkernige Cluster, Einsatzbereiche: Biometallorganische Chemie: Entwicklung: metallorganische Verbindungen in der Natur, in der Medizin: Therapeutika/ Diagnostika, in der Analytik: Biomarker, Immunoassays, Sensoren: Einsatzbereich: Katalyse. Supramolekulare Koordinationschemie: Nicht kovalente Wechselwirkungen, Makrozyklen, Stabilitätskonstanten, Makrozyklischer Effekt, Molekulare Erkennung, Präorganisation, kooperative und allosterische Effekte, Selbstassoziation, Selbstreplikation.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Vertiefende Anorganische Chemie" (4SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0214	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Anorganische Strukturchemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Inorganic Structural Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Anorganische Chemie: Festkörperchemie/ Materialwissenschaften
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	• Vorlesung "Anorganische Strukturchemie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie • Lehramt Chemie (mit Kernfach Biologie)
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis für strukturelle Aspekte anorganischer Festkörper und beherrschen Konzepte zur Beschreibung und Vorhersage von Strukturen und Eigenschaften wichtiger Klassen von Feststoffen und Funktionsmaterialien.
<b>Inhalt</b>	Struktursystematik anorganischer Festkörper, Zintl-Phasen und Cluster-Verbindungen, intermetallische Phasen, Symmetriebeziehungen zwischen Kristallstrukturen, Nichtstöchiometrie bei Übergangsmetalloxiden, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Molekülpackungen, MOFs.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	U. Müller: Anorganische Strukturchemie, Teubner Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Anorganische Strukturchemie" (4SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0215	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course in Inorganic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Anorganische Chemie: Festkörperchemie/ Materialwissenschaften
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Durch die Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt sind die Studierenden in der Lage, selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten. Sie können geeignete Synthesemethoden anwenden und kennen röntgenographische (Einkristalle, Pulverproben), spektroskopische (IR, NMR, MS) und thermochemische (TG, DTA, DSC) Methoden zur Untersuchung anorganischer Verbindungen.
<b>Inhalt</b>	Die Studierenden beteiligen sich an einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe, beispielsweise der Synthese und Charakterisierung von Metal-Organic Frameworks (MOFs) oder der Darstellung und Untersuchung von Precursor-Verbindungen für die Erzeugung von Festkörperverbindungen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0216	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Metallorganische Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course Organometallic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Metallorganische Chemie/ Photochemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Vertiefungspraktikum Metallorganische Chemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, Synthesekonzepte für anorganische und metallorganische Molekülverbindungen für den Einsatz in der Katalyse oder medizinischen Chemie zu entwickeln und sie mit modernen spektroskopischen Methoden zu charakterisieren.
<b>Inhalt</b>	Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe in einem der nachfolgenden Bereiche: a) Entwicklung von ein- und mehrkernigen Übergangsmetallkomplexen für die homogene (asymmetrische) Katalyse. b) Homo- und heterometallische Metallmakrocyclen als multifunktionelle Liganden für den Einsatz in der Katalyse und Sensorik. c) Entwicklung von Phosphanliganden (chirale, makrocyclische, sterisch anspruchsvolle, P-H-funktionalisierte, wasserlösliche) für die homogene Katalyse. d) Anorganischen/Metallorganische Verbindungen als selektive Antitumormittel. e) Biologisch aktive Borverbindungen (insbesondere Carbaboranderivate) für medizinische Anwendungen (Bor-Neutroneneinfangtherapie, Enzyminhibitoren) f) Phosphorreiche Liganden und Komplexe als Präkursoren für binäre Metallphosphide MP <sub>x</sub> . Die meisten Reaktionen erfolgen unter Schutzgasbedingungen; die Charakterisierung erfolgt und spektroskopischen Methoden (insbes., NMR, IR, MS, auch GC-MS) und Röntgenkristallstrukturanalyse.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Metallorganische Chemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0217	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Funktionsmaterialien**

**Modultitel (englisch)** Research Practical Course in Inorganic Chemistry - Functional Materials

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Anorganische Chemie - Funktionsmaterialien

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Funktionsmaterialien" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie  
• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy

**Ziele** Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis für anorganische Festkörper als Funktionsmaterialien und beherrschen ein breites Repertoire an Methoden zu deren Präparation und Charakterisierung.

**Inhalt** Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe zu einer der folgenden Klassen von Funktionsmaterialien: • Hochleistungswerkstoffe (intermetallische Phasen, Keramiken) • Wasserstoffspeicher (Metallhydride, poröse Materialien) • Magnetwerkstoffe (intermetallische Phasen, Boride, Carbide, Oxide, Nitride) • Lumineszenzmaterialien (z.B. Halogenide, Hydride, Oxide, Oxinate) • Photokatalysatoren (z.B. Nitride, Nitridoxide, Oxide, Hydroxide) • Ionenleiter (z.B. Li<sup>+</sup>-, Na<sup>+</sup>-, Ag<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, N<sup>3-</sup>-, O<sup>2-</sup>-, F<sup>-</sup>-Ionenleiter)

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Funktionsmaterialien" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0218	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Supramolekulare Koordinationschemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course Supramolecular Coordination Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Koordinationschemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Vertiefungspraktikum Supramolekulare Koordinationschemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden beherrschen die Darstellung und Charakterisierung Supramolekularer Verbindungen und kennen ihre Eigenschaften und Bedeutung.
<b>Inhalt</b>	Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe; Synthese und Charakterisierung makrozyklischer Liganden und ihrer Komplexe, Organische Transformationen in molekularen Hohlräumen, Rezeptordesign, künstliche Enzyme, Verkapselung biochemisch relevanter Verbindungen (Hormone, DANN, Proteine, Viren), Morphosynthese, Stabilisierung reaktiver Intermediate, Organisation durch Selbstassoziation, Supramolekulare Katalyse, Selbstreplikation, Green Chemistry, Nanokapseln, Molekularer Magnetismus.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	J. W. Steed, J. L. Atwood, Supramolecular Chemistry, Wiley-VCH, 2000, Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Supramolekulare Koordinationschemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0313	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Fortgeschrittene Organische Synthesechemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Laboratory Course in Advanced Synthetic Organic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Organische Chemie/ Heterocyclenchemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikum "Vertiefungspraktikum Fortgeschrittene Organische Synthesechemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Der Studierende beherrscht moderne organisch-chemische Synthese- und Analysetechniken, kann sie zur Synthese komplexer Feinchemikalien einsetzen und die Produkte durch moderne spektroskopische Methoden charakterisieren.
<b>Inhalt</b>	Im Rahmen dieses Praktikums soll der Studierende den Forschungshintergrund zunächst durch eine Literaturrecherche beleuchten. Die Präparate werden dann u. a. mit Hilfe von chiralen Auxiliaren, Katalysatoren und Enzymen synthetisiert. Weiterhin werden Mehrstufensynthesen biologisch aktiver Verbindungen durchgeführt und das Arbeiten unter Schutzgasatmosphäre mit metallorganischen Verbindungen erlernt. Die Versuche werden ausgewertet, protokolliert und die Produkte durch NMR-, IR-, Massenspektroskopie vollständig charakterisiert. Begleitend erfolgt eine Einführung in die Patentdatenbankrecherche.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Fortgeschrittene Organische Synthesechemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0315	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Katalytische Methoden in der Organik**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Course Catalytic Methods in Organic Chemistry

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie/ Synthese und Katalyse

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Katalytische Methoden in der Organik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden erlernen moderne organische Syntheseverfahren und nutzen die (heterocyclischen) Produkte als Katalysatoren oder Edukte in (homogenen) katalytischen Anwendungen. Sie sind in der Lage mittels moderner Analysetechniken und spektroskopischer Methoden Reaktionsverläufe zu kontrollieren und Produkte zu charakterisieren. Sie entwickeln ein breites, kritisches Verständnis bei aktuellen Anwendungen in verschiedenen Systemen und Bereichen.

**Inhalt** Im Rahmen des Praktikums soll der Studierenden den jeweiligen Forschungshintergrund zunächst durch die Recherche (aktueller) Literatur näher beleuchten. Präparate und Katalysatoren werden mit Hilfe unterschiedlicher Syntheseverfahren, auch in Mehrstufenreaktionen, hergestellt, dabei werden fortgeschrittene Techniken, wie z.B. Arbeiten unter Schutzgasatmosphäre, photochemische Umsetzungen, Arbeiten im Mikromaßstab erlernt und vertieft. Bei katalytischen Umsetzungen werden Einflüsse der Reaktionsbedingungen auf das Reaktionsergebnis untersucht und zur Optimierung genutzt. Alle Versuche werden protokolliert und mit verschiedenen Analysetechniken ausgewertet. Alle Produkte werden spektroskopisch vollständig charakterisiert (IR, UV, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie). Parallel erfolgt eine Einführung in spezielle Methoden der Literaturrecherche (z.B. Datenbanken) und in die Anwendung geeigneter Software zur Datenauswertung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Katalytische Methoden in der Organik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0316	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Organische Chemie / Chemische Biologie**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Course Organic Chemistry / Chemical Biology

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie/ Chemische Biologie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Organische Chemie / Chemische Biologie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden können organisch-chemische und biochemische Methoden für die Synthese und biochemische Charakterisierung niedermolekularer Substanzen anwenden.

**Inhalt** Die Studierenden sollen zunächst auf der Basis einer umfassenden Literaturrecherche eine Syntheseroute der Zielverbindungen planen. Die Durchführung der Synthese der Verbindungen stellt den Kern des Praktikums dar. Die Aktivitäten der synthetisierten Verbindungen gegen die betreffenden Proteine oder Proteindomänen sollen von den Studierenden in biochemischen Assays selbst untersucht werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Organische Chemie / Chemische Biologie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0317	Wahlpflicht

### Modultitel **Stereoselektive Synthesemethoden**

**Modultitel (englisch)** New Stereoselective Synthetic Methods

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Stereoselektive Synthesemethoden" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Stereoselektive Synthesemethoden" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Der Studierende beherrscht moderne, selektive und effiziente Synthesemethoden, die für die Herstellung von Feinchemikalien, Agrochemikalien und Wirkstoffen unerlässlich sind.

**Inhalt** Im Rahmen der Vorlesung werden insbesondere Aspekte der Chemo-, Regio- und Stereoselektivität von organischen Reaktionen sowie die Kontrolle der absoluten Stereochemie durch Verwendung chiraler Auxiliare und Katalysatoren besprochen werden. In diesem Kontext werden Oxidations- und Reduktionsreaktionen, C-C-verknüpfende Reaktionen, Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen und pericyclische Reaktionen behandelt werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Stereoselektive Synthesemethoden" (3SWS)
	Seminar "Stereoselektive Synthesemethoden" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0318	Wahlpflicht

### Modultitel **Reaktivität in der Organischen Chemie - Organokatalyse**

**Modultitel (englisch)** Reactivity in Organic Chemistry - Organocatalysis

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie / Synthese & Katalyse

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Reaktivität in der Organischen Chemie - Organokatalyse" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 105 h
- Seminar "Reaktivität in der Organischen Chemie - Organokatalyse" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Konzepte polarer und radikalischer Reaktivität und können diese für (katalytische) Synthesemethoden für Feinchemikalien, Wirkstoffe etc. anwenden.

**Inhalt** Im Rahmen der Vorlesung werden insbesondere Grundprinzipien der organischen Reaktivität besprochen und wie diese in katalytischen Verfahren anwendbar sind. In diesem Kontext werden organokatalytische Methoden zur Aktivierung behandelt. Dabei werden generelle Reaktivitätsprinzipien, Verfahren zur Reaktionsoptimierung und zur Mechanismusaufklärung an Beispielen diskutiert. Neben kovalenten Katalysen sind auch nicht-kovalente Verfahren wie Säure,- Wasserstoffbrücken- oder Gegenionenkatalyse und deren Kombinationen Gegenstand des Vorlesungsinhalts.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Reaktivität in der Organischen Chemie - Organokatalyse" (3SWS)
	Seminar "Reaktivität in der Organischen Chemie - Organokatalyse" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0319	Wahlpflicht

### Modultitel **Elektrosynthese - Power to Molecules**

**Modultitel (englisch)** Elektrosynthesis - Power to Molecules

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie und Katalyse

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Elektrosynthese - Power to Molecules" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- Praktikum "Elektrosynthese - Power to Molecules" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- Lehramt Chemie (mit Kernfach Biologie)

**Ziele** Die Studierenden verfügen über Kenntnisse von elektrochemischen Methoden, sind mit deren Nutzung vertraut und können diese auf die Elektrosynthese anwenden.

**Inhalt** Es werden sowohl Grundlagen in der Elektrosynthese vermittelt als auch spezielle Anwendungen diskutiert: anorganische, organische Elektrosynthese, Bioelektrosynthese, technische Elektrosynthese, Elektrokatalyse. Ebenso wird auf aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Elektrosynthese und industrielle Anwendungen eingegangen. Des Weiteren werden Praktikumsversuche zur Elektrosynthese zu den genannten Bereichen (wie zum Beispiel Kolbe-Synthese, anodisch oxidiertes Aluminiumoxid) angeboten, die sowohl die Durchführung elektrochemischer Reaktionen als auch Produktcharakterisierung enthalten. Aus einem Angebot von Versuchen kann ausgewählt werden.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung "Elektrosynthese - Power to Molecules" (3SWS)
Praktikumsleistung (1 Antestat, 1 Durchführung, 1 Protokoll), mit Wichtung: 1	Praktikum "Elektrosynthese - Power to Molecules" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0321	Wahlpflicht

### Modultitel **Naturstoffchemie**

**Modultitel (englisch)** Chemistry of Natural Products

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Naturstoffchemie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Naturstoffchemie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen die chemischen und biochemischen Aspekte wichtiger Naturstoffe. Dazu gehören u.a. Aminosäuren (auch nicht-proteinogene Aminosäuren), Kohlenhydrate und Lipide.

**Inhalt** Moderne Methoden zur Synthese chiraler nicht proteinogener Aminosäuren; Kohlenhydrate; Bioaktive Lipide; Terpene, Steroide, Alkaloide, Antibiotika.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Collins, Ferrier: Monosaccharides, K.B.G. Torsell: Natural Product Chemistry, Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Naturstoffchemie" (3SWS)
	Seminar "Naturstoffchemie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0326	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Biomimetische Katalyse**

**Modultitel (englisch)** Laboratory Course in Biomimetic Catalysis

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Biomimetische Katalyse" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry  
• M.Sc. Chemie  
• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy

**Ziele** Die Studierenden erlernen moderne organisch-chemische und biochemische Arbeitstechniken, um diese dann zur Entwicklung und Untersuchung neuer, an die Natur angelehnter, Synthesemethoden anzuwenden. Außerdem werden moderne Analysetechniken und spektroskopischer Methoden vorgestellt, um Reaktionsverläufe im Detail zu verfolgen und Produkte zweifelsfrei zu charakterisieren.

**Inhalt** selektive Halogenierungen, rekombinante Protein-Expression, Enzym-katalysierte organisch-chemische Transformationen, Photochemie, Elektrochemie, enantioselektive Katalyse, (Festphasen-)Peptidsynthese, Metall-Peptidkatalyse

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Biomimetische Katalyse" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0417	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Reaktionskinetik und Strukturaufklärung**

**Modultitel (englisch)** Research Practical Course in Reaction Kinetics and Structure Elucidation

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Technische Chemie der Polymere

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Reaktionskinetik und Strukturaufklärung" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden sind in der Lage Elementarreaktionen reaktiver Transienten in Lösungen bei Raumtemperatur mittels stationärer und zeitaufgelöster Spektroskopie zu untersuchen und aufzuklären. Sie können ausgewählte Themen der Kurzzeitspektroskopie forschungsorientiert, selbstständig bearbeiten und über die verschiedenen Auswirkungen referieren.

**Inhalt** Forschungspraktikum zu ausgewählten Themen der Kurzzeitspektroskopie mittels Pulsradiolyse oder Laserphotolyse und optischem Nachweis von Absorption und ggf. Emission in Lösungen

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** 1. A. Henglein, W. Schnabel, J. Wenedenburg: "Einführung in die Strahlenchemie", Akademie-Verlag, Berlin, 1969;  
2. N. J. Turro: "Modern Molecular Photochemistry", Wiley, 1991;  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Reaktionskinetik und Strukturaufklärung" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0418	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Dünnschichtwachstum, Festkörpergrenzflächenphänomene und -analytik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course in Thin Film Growth, Phenomena and Analysis of Solid Interfaces
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Physikalische Chemie der Oberflächen
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikum "Vertiefungspraktikum Dünnschichtwachstum, Festkörpergrenzflächenphänomene und -analytik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden können selbstständig Gesetzmäßigkeiten des Wachstums von Dünnschichten und der Grenzflächenstruktur erkennen sowie mit Techniken der Oberflächenanalyse untersuchen und forschungsorientiert bewerten.
<b>Inhalt</b>	Forschungspraktikum zur Untersuchung von ausgewählten Metall-, Oxid- und Sulfidschicht-systemen, die mit verschiedenen Techniken erzeugt und mit Röntgenfluoreszenz- und Elektronenspektroskopie, Tunnelmikroskopie sowie Elektronenbeugungstechniken zu analysieren sind.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Dünnschichtwachstum, Festkörpergrenzflächenphänomene und -analytik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0419	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Charakterisierung von Gasphasenclustern und fluiden Grenzflächen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course on the Characterization of Gas Phase Clusters and Liquid Interfaces
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Physikalische Chemie/ kondensierte inhomogene Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikum "Vertiefungspraktikum Charakterisierung von Gasphasenclustern und fluiden Grenzflächen" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen moderne spektroskopische Methoden der Physikalischen Chemie zur Untersuchung von Gasphasenclustern bzw. fluiden Grenzflächen und können Ihr Wissen in forschungsorientierten Projekten anwenden.
<b>Inhalt</b>	Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt im Rahmen eines Forschungspraktikums zu ausgewählten Themen der modernen Spektroskopie, wie z.B. lineare und nicht-lineare optische Methoden, Teilchenspektroskopie, photochemische und photophysikalische Sondierung von gröÙenselektierten molekularen Aggregaten in der Gasphase bzw. fluiden Grenzflächen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Charakterisierung von Gasphasenclustern und fluiden Grenzflächen" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0420	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Physikalische Chemie der Cluster</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Physical Chemistry of Cluster
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Physikalische Chemie/ kondensierte inhomogene Materie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Physikalische Chemie der Cluster" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h</li> <li>• Seminar "Physikalische Chemie der Cluster" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen die Konzepte und Methoden, mit denen nanoskalige Materie im Bereich zwischen einzelnen Atomen und Volumenkörpern untersucht und beschrieben werden.
<b>Inhalt</b>	Klassifizierung und Herstellung von Clustern, größenabhängige Clustereigenschaften, nicht-skalierbares Regime, Edelgas-, molekulare, Metall-, Halbleiter-, ionische und mikrosolvatisierte Cluster, experimentelle Charakterisierung der Clustereigenschaften in der Gasphase und an Oberflächen: Massenspektrometrie, Laserspektroskopie und Rastermikroskopie, Cluster in der Atmosphäre, katalytische Eigenschaften von deponierten Clustern, Clusterstrahlensynthese von nanostrukturierten Materialien
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung:	
Klausur 90 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung "Physikalische Chemie der Cluster" (2SWS)
Referat* 15 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Physikalische Chemie der Cluster" (1SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0422	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Funktionskontrolle an komplexen Oberflächen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Function Control at Complex Surfaces
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Institutsleiter des Instituts für Physikalische und Theoretische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Funktionskontrolle an komplexen Oberflächen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Funktionskontrolle an komplexen Oberflächen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Der Studierende lernt anwendungsnahe und aktuelle Fragestellungen/Lösungen zur Entwicklung von funktionalisierten Polymer- und Hybridmaterialien sowie den Einsatz strahlenchemischer und photochemischer Technologien kennen.
<b>Inhalt</b>	Wechselndes Angebot aus aktuellen Forschungsgebieten zur Herstellung und Modifizierung von funktionalen Oberflächen und funktionaler nano- und mikrostrukturierter Systeme. Dies schließt die Herstellung von Nanokompositen und vernetzten (porösen) Polymersystemen ein. Die strahlen- und photonenmodifizierten Materialien erhalten außergewöhnliche mechanische, thermische, biokompatible oder Barriere- bzw. Membraneigenschaften mit spezifischen Funktionalitäten.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Funktionskontrolle an komplexen Oberflächen" (2SWS)
	Seminar "Funktionskontrolle an komplexen Oberflächen" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0424	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Reaktionen molekularer Fragmentionen und Ion soft-landing</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course on the Chemistry of Molecular Fragment Ions and Ion Soft-landing
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Nachwuchsgruppenleitung "Physikalische Chemie der reaktiven Intermediate"
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikum "Vertiefungspraktikum Reaktionen molekularer Fragmentionen und Ion soft-landing" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>M.Sc. Chemie</li> <li>M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen Methoden zur Erzeugung von hochreaktiven molekularen Gasphasenionen, sowie die Möglichkeiten, diese durch präparative Massenspektrometrie für chemische Reaktionen in Oberflächenschichten einzusetzen.
<b>Inhalt</b>	Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt im Rahmen eines Forschungspraktikums zu ausgewählten Themen wie z.B. der Aufklärung von Fragmentierungsreaktionen, der Strukturaufklärung dieser Fragmente und ihre Deposition auf geeigneten Substratoberflächen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Reaktionen molekularer Fragmentionen und Ion soft-landing" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0511	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Chemische Reaktionstechnik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Chemical Reaction Engineering
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie (Chemische Reaktionstechnik)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Chemische Reaktionstechnik" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Chemische Reaktionstechnik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse im Bereich der chemischen Reaktionstechnik.
<b>Inhalt</b>	Vertiefte Behandlung von homogenen idealen und realen Reaktormodellen: isotherm, adiabatisch, polytrop; Konzentrationsführung von Reaktoren; Temperaturführung von Reaktoren, dynamische Modellierung von chemischen Reaktoren am PC: Softwarepaket Berkeley Madonna Chemische Reaktionstechnik von heterogenen Fluid-Feststoff-Reaktionssystemen; Stofftransport- und Wärmetransportphänomene in heterogenen Katalysatoren; heterogen-katalytische Reaktoren: Festbett, Wirbelschicht.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	1. M. Baerns, H. Hofmann, A. Renken, Lehrbuch der Technischen Chemie, Band 1, Georg Thieme Verlag 2. J. Ingham, I. J.Dunn, E. Heinzle, J. E. Přenosil, Chemical Engineering Dynamics, 2. Edition, Wiley-VCH Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Chemische Reaktionstechnik" (3SWS)
	Übung "Chemische Reaktionstechnik" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0514	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Heterogene Katalyse</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course in Heterogeneous Catalysis
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie (Heterogene Katalyse)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Heterogene Katalyse" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erlernen durch wissenschaftliches Arbeiten in einem aktuellen Forschungsprojekt die Grundlagen der Heterogenen Katalyse. Sie sind in der Lage die Katalysatoren herzustellen, mit geeigneten Analysemethoden zu charakterisieren und im Anschluss anwendungsorientiert zu untersuchen.
<b>Inhalt</b>	Herstellung, Charakterisierung und Testung von Feststoffkatalysatoren. Herstellungsmethoden: Imprägnierung, Fällung, etc., Charakterisierung: Spektroskopie, Gasadsorption, Temperaturprogrammierte Methoden, Testung: Umweltkatalyse, Energiekonversion.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Heterogene Katalyse" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0515	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Chemische Reaktionstechnik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Practical Course Chemical Reaction Engineering
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie (Chemische Reaktionstechnik)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	• Praktikum "Vertiefungspraktikum Chemische Reaktionstechnik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Durch die Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in einem Arbeitskreis in der Technischen Chemie erlernen die Studierenden das wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der chemischen Reaktionstechnik.
<b>Inhalt</b>	Präparation, Charakterisierung und Anwendung von monolithischen Materialien; Optimierung von Porensystemen mit Hinblick auf reaktionstechnische Zielstellungen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Chemische Reaktionstechnik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0525	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Technische Chemie der thermischen Biomassenutzung</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Chemical Technology of Thermo-Chemical Biomass Utilization
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Thermo-chemische Biomassenutzung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Seminar "Thermo-chemische Biomassenutzung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> <li>• Praktikum "Thermo-chemische Biomassenutzung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erlernen Kenntnisse zur Chemie der Biomasse und deren thermo-chemischen Umwandlung und die Anwendung der Grundlagen der Technischen Chemie auf dieses Einsatzfeld
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau, Struktur und Eigenschaften wichtiger Bioenergieträger;</li> <li>- Thermo-chemische Prozesse der Biomassekonversion in gasförmigen und flüssigen Reaktionsmedium;</li> <li>- Folgeprozesse der Biomassekonversion (Synthesegaschemie, Hydrierung, Umesterung, ..),</li> <li>- Ausblick auf mögliche technische Umsetzungen und Anwendungen</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H.: Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Berlin 2009 Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Thermo-chemische Biomassenutzung" (2SWS)
	Seminar "Thermo-chemische Biomassenutzung" (1SWS)
	Praktikum "Thermo-chemische Biomassenutzung" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0623	Wahlpflicht

### Modultitel **Anwendungen der Theoretischen Chemie**

**Modultitel (englisch)** Applications in Theoretical Chemistry

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Theoretische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Vorlesung "Advanced Methods in Theoretical Chemistry" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy
- M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry

**Ziele** Die Studierenden verfügen über Kenntnisse moderner Methoden der Theoretischen Chemie und Computational Chemistry und sind in der Lage diese auf aktuelle Forschungsfragen anzuwenden.

**Inhalt** Methoden zur Analyse der chemischen Bindung für Moleküle, Oberflächen und Festkörper, Methoden zur Behandlung dynamischer Prozesse, kinetisches Monte Carlo, fortgeschrittene Dichtefunktionaltheorie-Methoden, aktuelle Forschungsgebiete in der Theoretischen Chemie und Computational Chemistry, neue methodische Entwicklungen. Anwendungen auf Fragestellung des atomic scale processing. Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie werden vorausgesetzt.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Advanced Methods in Theoretical Chemistry" (4SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0641	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Spektroskopie mit dem Computer</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Computational Spectroscopy
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Theoretische Chemie komplexer Systeme
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Spektroskopie mit dem Computer" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Spektroskopie mit dem Computer" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen, mit Hilfe moderner Methoden der Computerchemie Spektren zu berechnen und über den Vergleich mit berechneten Größen Struktur und Eigenschaften von Molekülen zu bestimmen.
<b>Inhalt</b>	Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie, Geometrieoptimierung, Ionisierungspotential und Elektronenaffinität, Polarisierbarkeiten, Schwingungsspektroskopie (IR und Raman), NMR, EPR und UV/Vis-Spektroskopie
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Christopher J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry, Joswig/Geleßus/Heine, Computational Chemistry Workbook. Weitere Hinweise zu Literaturangaben in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Spektroskopie mit dem Computer" (2SWS)
	Praktikum "Spektroskopie mit dem Computer" (3SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1114	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Bioanalytik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Practical Course Bioanalytics
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Bioanalytik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Bioanalytik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• Voraussetzung für Masterarbeit im Bereich Bioanalytik</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage die Anwendbarkeit bioanalytischer Methoden für wissenschaftliche Fragestellungen weitgehend selbstständig abzuschätzen und anzuwenden.
<b>Inhalt</b>	Aufbauend auf den Vorlesungen und Seminaren im Bereich der Protein-, Peptidchemie und Proteinanalytik sollen die in anderen Modulen theoretisch vermittelten Kenntnisse zur Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung angewandt werden. Der aktuelle Wissenstand auf dem Themengebiet ist durch Literaturrecherchen zu ermitteln um darauf aufbauend das ausgegebene Thema zu bearbeiten. Dazu können alle im Labor zur Verfügung stehenden Methoden und Geräte eingesetzt werden, beispielsweise: chromatographische und elektrophoretische Trennmethode, ESI- und MALDI-Massenspektrometrie, in-gel Verdau, Zellkulturtechniken, immunochemische Methoden, UV/VIS- und Fluoreszenzspektroskopie, Fluoreszenzpolarisation, Festphasenpeptidsynthese, Zellkulturtechniken. Die Themen der Vertiefungsarbeiten werden individuell unter Berücksichtigung der Interessen der Studierenden vergeben.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 13-121-1118 oder 13-121-1119
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Bioanalytik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1115	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Rekombinante Proteinexpression</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Practical Course Recombinant Protein Expression
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Strukturanalytik von Biopolymeren
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Rekombinante Proteinexpression" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen Methoden zur Produktion von Proteinen in rekombinanten Expressionssystemen. Sie sind in der Lage ausgewählte Methoden praktisch durchzuführen und den theoretischen Hintergrund zu erläutern.
<b>Inhalt</b>	Aufbauend auf den Grundkenntnissen in der Molekularbiologie und Proteinbiochemie (z.T. Bachelor Chemie) sollen die folgenden Methoden zur Expression und Isolierung von Proteinen praktisch angewendet werden. Eine typische Aufgabenstellung ist die Entwicklung eines Konstruktes zur Überexpression eines Proteins in E. coli oder P. pastoris und der Nachweis von Proteinexpression und Aktivität oder die Präparation und Analyse von Mutanten eines Proteins. Sie sind in der Lage die folgenden Methoden praktisch durchzuführen und den theoretischen Hintergrund zu erläutern: Primerdesign, PCR, DNA-Isolierung und Analytik, Mutagenese, Klonierung, mikrobiologische Techniken, Proteinexpression, Aufreinigung von Proteinen: Chromatographie, Konzentration, Dialyse, Fällung und Proteinanalytik: SDS-PAGE, Blotting und immunologische Methoden, Massenspektrometrie, Enzymassays, UV/Vis.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Pingoud u. C. Urbanke: Arbeitsmethoden der Biochemie, de Gruyter</li> <li>2. C. Mülhardt: Der Experimentator: Molekularbiologie /Genomics, Spektrum Verlag</li> </ol> Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Rekombinante Proteinexpression" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1117	Wahlpflicht

### Modultitel **Molekulare Zellbiologie**

**Modultitel (englisch)** Molecular Cell Biology

**Empfohlen für:** 1.–2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Molekulare Zelltherapie

**Dauer** 2 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Molekulare Zellbiologie I" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Vorlesung "Molekulare Zellbiologie II" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele**

Teil I: Der Studierende kennt den Aufbau der Eukaryontenzelle und die wichtigsten molekularen Vorgänge und Prozesse einer Zelle.  
 Teil II: Der Studierende kann die für die Funktion vielzelliger Organismen notwendigen Regulationsmechanismen und Interaktionen erörtern. Darauf aufbauend ist der Studierende in der Lage, Fragestellungen aus den Bereichen Zell- und Molekularbiologie, molekulare Zellanalytik, bildgebenden Verfahren sowie Therapieansätzen zu bearbeiten.

**Inhalt**

Chemische und Molekularbiologische Grundlagen; Zellorganisation und Biochemie; Genetik und Molekulare Biologie; Signalwege der Zelle; Stofftransport durch Membranen; Zytoskelett; Zellzyklus und Wachstumskontrolle; Entwicklungsbiologie und Krebs

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

1. Molecular Cell Biology; H. Lodish, et al., 7. engl. Auflage; Freeman, 2012
2. Molecular Biology of the Cell; B. Alberts et al., 4. engl. Auflage; Garland, 2007

Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Molekulare Zellbiologie I" (2SWS)
	Vorlesung "Molekulare Zellbiologie II" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1118	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Massenspektrometrie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Mass spectrometry
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Bioanalytik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Massenspektrometrie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Massenspektrometrie" (1,5 SWS) = 22,5 h Präsenzzeit und 52,5 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden vertiefen Ihr Grundlagenwissen der Massenspektrometrie, wobei Sie neuere Entwicklungen im Bereich der instrumentellen Konzepte und Techniken kennen und ein tieferes Verständnis der zu Grunde liegenden Prozesse entwickeln. Sie sind in der Lage die vermittelten Techniken und Methoden zur Analyse verschiedener Proben anzuwenden.
<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung erläutert die Grundlage der Geräte und Techniken, was in praktischen Übungen vertieft wird, um die Struktur unbekannter Substanzen aufzuklären und diese zu quantifizieren. Die Vorlesung beschreibt die Anwendungsbreite und methodische Grenzen moderner höchst auflösender Massenspektrometer einschließlich der technischen Umsetzung in der gesamten Breite der Analytik und Bioanalytik. Die Strukturaufklärung wird für Biopolymere, sowohl mittels manueller Interpretation, als auch mittels moderner Programme geübt. Ferner werden wichtige bioinformatische Ansätze zur Aufklärung biochemischer und medizinischer Zusammenhänge aufgezeigt. Ein weiterer Aspekt umfasst massenspektrometrische Bildgebungsverfahren („MS-Imaging“).
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	nicht kombinierbar mit Modul 13-122-0111
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 90 Min., mit Wichtung: 3	Vorlesung "Massenspektrometrie" (2SWS)
Vortrag 15 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Massenspektrometrie" (1,5SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1120	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Proteinkristallographie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Protein Crystallography
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Strukturanalytik von Biopolymeren
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Proteinkristallographie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Praktikum "Proteinkristallographie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Bioinformatik</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der Proteinkristallographie und sind in der Lage anwendungsnahe Fragestellungen mittels der erlernten Methoden zu lösen.
<b>Inhalt</b>	<p>Mittels der Methode der Röntgenkristallographie können die Raumstrukturen von organischen Molekülen, anorganischen Festkörpern sowie von biologischen Makromolekülen zu atomarer Auflösung bestimmt werden. In der Vorlesung werden die für Naturwissenschaftler relevanten Grundlagen dieser Methoden praxisnah vermittelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Biokristallographie.</p> <p>Es werden u.a. die folgenden Themen behandelt: Kristallisation, Kristalle, Symmetrie und Raumgruppen, Röntgenquellen und Detektoren, Datensammlung, Beugung von Röntgenstrahlen und Neutronen, Phasenproblem, Phasierung und Phasenverfeinerung, Strukturlösung von niedermolekularen Verbindungen mittels Pattersonfunktion und direkte Methoden, Strukturlösung von Biomolekülen mittels molekularem Ersatz, Schweratomersatz und anomaler Dispersion, Modellbau und Strukturvisualisierung, Strukturverfeinerung, Validierung und Interpretation, Vergleich zur Strukturbestimmung mittels NMR.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung</i>	
	Vorlesung "Proteinkristallographie" (2SWS)
	Praktikum "Proteinkristallographie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1121	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefende Proteinkristallographie**

**Modultitel (englisch)** Protein Crystallography

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Strukturanalytik von Biopolymeren

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Seminar "Vertiefende Proteinkristallographie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
- Übung "Proteinkristallographie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 105 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen Methoden zur Lösung der Raumstruktur von Proteinen und DNA mittels Röntgenkristallographie. Sie können die Themenstellungen unter verschiedenen Zielsetzungen analysieren, bearbeiten, selbstständig darstellen und beurteilen.

**Inhalt** Es werden die Grundlagen zur Bestimmung von Raumstrukturen von Biomolekülen mittels Kristallographie vermittelt. Jeder Teilnehmer bekommt einen Laptop mit der installierten Software gestellt und arbeitet nach Einweisung selbstständig anhand der unten angeführten Anleitung die folgenden Aufgaben ab (von den Beugungsbildern zur Proteinstruktur).

- Datenreduktion (Indizierung, Integrierung, Raumgruppenbestimmung)
- Strukturbestimmung von Insulin mit der SAD-Methode (Datenreduktion, Phasierung, interaktiver Modellbau des gesamten Insulins anhand der Elektronendichte, Verfeinerung der Atomkoordinaten, Modellvalidierung, Erstellung von Abbildungen mit Pymol)
- Strukturanalyse von Ligand-Protein-Komplexen

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul 13-121-1120

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung, mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Vertiefende Proteinkristallographie" (1SWS)
	Übung "Proteinkristallographie" (4SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1311	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Materialwissenschaftliche Kristallographie**

**Modultitel (englisch)** Advanced Practical Course Crystallography in Materials Science

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Materialwissenschaftliche Kristallographie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Materialwissenschaftliche Kristallographie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie  
• M.Sc. Mineralogie und Materialwissenschaften

**Ziele** Durch das wissenschaftliche Arbeiten in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe entwickeln die Studierenden ein breites und kritisches Verständnis in diesem Bereich und gewinnen einen Einblick in die selbstständige Bearbeitung von Forschungsprojekten.

**Inhalt** Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe in einem der nachfolgenden Bereiche: a) Strukturbestimmung fehlgeordneter Materialien; b) Synthese und Charakterisierung metastabiler Telluride; c) Entwicklung neuer Chalkogenid-basierter Thermoelektrika; d) Entwicklung von Methoden zur Realstrukturanalyse; e) Silicatische und silicatanaloge Netzwerkstrukturen. Synthesen erfolgen auf verschiedenen festkörperchemischen Routen, oft unter Inertgasbedingungen; die Charakterisierung erfolgt mittels Röntgen-, Synchrotronstrahl- oder Neutronenbeugung an Einkristallen und Pulverproben sowie mittels Transmissionselektronenmikroskopie und ggf. spektroskopischer Methoden sowie thermischer Analyse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Materialwissenschaftliche Kristallographie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1312	Wahlpflicht

### Modultitel **Mineralogie**

**Modultitel (englisch)** Mineralogy

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Technische Mineralogie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Mineralogie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Seminar "Mineralogie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
- Praktikum "Mineralogie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen Verfahren zur geochemischen, phasenanalytischen und mikroskopischen Mineralcharakterisierung. Sie können Minerale nach chemischen und kristallstrukturellen Aspekten klassifizieren und sind im Umgang mit Datenbanken geübt.

**Inhalt** Die Klassifikation der Minerale nach chemischen und kristallstrukturellen Aspekten (Spezieller Mineralogie) ist Hauptgegenstand des Moduls. Die wichtigsten Verfahren zur geochemischen, phasenanalytischen und mikroskopischen Mineralcharakterisierung werden vorgestellt. Es werden praktische Fähigkeiten beim Bestimmen der Minerale nach äußeren Kennzeichen erworben und der Umgang mit Datenbanken geübt. Exkursionen vermitteln den Geländebezug und zu Rohstoffen. Die schriftlichen und multimedialen Lehrmittel sind überwiegend in englischer Sprache verfasst, die Vorlesungen und Übungen werden in deutscher Sprache abgehalten.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Mineralogie" (2SWS)
	Seminar "Mineralogie" (1SWS)
	Praktikum "Mineralogie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1313	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Kristallstrukturanalyse</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Crystal Structure Determination
<b>Empfohlen für:</b>	1./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Materialwissenschaftliche Kristallographie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Praxis der Kristallstrukturanalyse" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h</li> <li>• Seminar "Kristallstrukturanalyse" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 75 h Selbststudium = 120 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie (Wahlpflichtmodul)
<b>Ziele</b>	Die Studierenden beherrschen die Durchführung von Kristallstrukturanalysen und können anwendungsorientierte Probleme bearbeiten. Sie können selbstständig auch relativ anspruchsvolle Kristallstrukturen bestimmen und auch die Rietveld-Methode anwenden.
<b>Inhalt</b>	Aufbauend auf Grundkenntnissen zur Beugungstheorie aus anderen Lehrveranstaltungen behandelt das Modul die Praxis der Kristallstrukturanalyse. Neben der Strukturlösung und -verfeinerung auf der Basis von Einkristall- und Pulverdaten wird auch die Untersuchung von Realstruktureffekten diskutiert. Im Seminar erlernen die Studierenden den Umgang mit Standard-Computerprogrammen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 20 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Übungsaufgaben im Seminar, von denen 80% korrekt gelöst sein müssen</i>	
	Vorlesung "Praxis der Kristallstrukturanalyse" (1SWS)
	Seminar "Kristallstrukturanalyse" (3SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1314	Wahlpflicht

### Modultitel **Grundlagen der Beugungsmethoden**

**Modultitel (englisch)** Fundamentals of Diffraction Methods

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Materialwissenschaftliche Kristallographie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Grundlagen der Beugungsmethoden" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 105 h
- Übung "Beugungstheorie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie (Wahlpflichtmodul)

**Ziele** Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis für Beugungsphänomene an Einkristallen und Pulverproben. Darauf aufbauend entwickeln sie sachgerechte Lösungen für anwendungsorientierte Probleme.

**Inhalt** Das Modul behandelt sehr umfassend die Beugung von Röntgen-, Neutronen- und Elektronenstrahlen an Einkristallen, Pulverproben, Oberflächen, Nanopartikeln und partiell kristallinem Material. Es werden verschiedene Strahlenquellen und Diffraktometer besprochen. Die geometrische und kinematische Beugungstheorie werden mit Übungen erarbeitet. Neben den theoretischen Grundlagen der Strukturanalyse auf der Basis von Einkristall- und Pulverdaten wird auch die Anwendung von Beugungsmethoden zur Phasenanalyse erläutert.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Grundlagen der Beugungsmethoden" (3SWS)
	Übung "Beugungstheorie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1412	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Technische Umweltchemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Technical Environmental Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	1.–2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie (Heterogene Katalyse)
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Technische Umweltchemie (Additive Umweltschutzmaßnahmen)" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> <li>• Vorlesung "Technische Umweltchemie (Integrierter Umweltschutz)" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> <li>• Vorlesung "Technische Umweltchemie (Recycling und Deponierung)" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen die Grundlagen und Möglichkeiten der Technischen Umweltchemie und besitzen ein breites Wissen über mögliche Umweltschutzmaßnahmen.
<b>Inhalt</b>	<p>Teil I: Additive Umweltschutzmaßnahmen zur Abluft (Staubentfernung, Entschwefelung, Entstickung, organische Lösemittel, KfZ-Abgase) und Abwasserreinigung (allgemeine Verfahren, Adsorption, Ionenaustausch, Extraktion, Membranverfahren)</p> <p>Teil II: Primäre Umweltschutzmaßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Reststoffen (neue Synthesewege, verbesserte Katalysatoren, Recycling im Produktionsverbund); Recycling von ausgewählten Wertstoffen</p> <p>Teil III: Behandlung fester Abfälle (Recycling, Deponierung, thermische Verfahren, Biologisch-mechanische Verfahren); innovative Methoden und Verfahren</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Fritz, Kern: Reinigung von Abgasen, Vogel; Kunz: Reinigung von Abwasser, Vogel; Nöthe: Abfall, Wiley-VCH Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Technische Umweltchemie (Additive Umweltschutzmaßnahmen)" (1SWS)
	Vorlesung "Technische Umweltchemie (Integrierter Umweltschutz)" (1SWS)
	Vorlesung "Technische Umweltchemie (Recycling und Deponierung)" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1413	Wahlpflicht

### Modultitel **Atmosphärenchemie**

**Modultitel (englisch)** Atmospheric Chemistry

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Atmosphärenchemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Atmosphärenchemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Übung "Atmosphärenchemie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h
- Praktikum "Atmosphärenchemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- Lehramt Chemie (mit Kernfach Biologie)

**Ziele** Die Studierenden kennen den Einfluss chemischer Prozesse auf den Zustand der Atmosphäre und können entsprechende komplexe Problemstellungen sachgerecht lösen.

**Inhalt** Kinetik und Photochemie chemischer Prozesse in der Troposphäre, Quellen und Senken wichtiger Spurengase, Grundzüge der Gasphasenchemie der Stratosphäre, Kinetik von Elementarreaktionen in der Atmosphäre, Verteilungskoeffizienten und Transportprozesse, Basismodelle der kinetischen Modellierung Messtechniken zur Charakterisierung von Stoffbudgets und Prozessparametern

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** R. Zellner (Hrg.): Global Aspects of Atmospheric Chemistry, Topics in Physical Chemistry; Springer  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Atmosphärenchemie" (2SWS)
	Übung "Atmosphärenchemie" (1SWS)
	Praktikum "Atmosphärenchemie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1415	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Umweltchemie**

**Modultitel (englisch)** Environmental Chemical Practical Course

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Technische Chemie (Heterogene Katalyse)

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Umweltchemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden erlernen selbstständiges, wissenschaftliches Arbeiten durch Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt. Sie erlangen Kenntnisse über ausgewählte Methoden zur Bestimmung und Entfernung von Schadstoffen und können diese Methoden forschungsorientiert anwenden.

**Inhalt** Forschungspraktikum zur Nutzung analytischer Methoden zur Bestimmung von Schadstoffen in den unterschiedlichen Kompartimenten; Passivsammlung, O/W-Verteilungskoeffizienten, Struktur-Wirkungs-Beziehungen, Röntgenfluoreszenzanalyse, Gammaskopie  
Anwendung von Grundoperationen zur Entfernung von Schadstoffen aus den jeweiligen Kompartimenten; Katalytische Reduktion, Katalytische Nachverbrennung, Flüssig-flüssig-Extraktion, Membranextraktion, Umkehrosmose, Ultraschallbehandlung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Umweltchemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1416	Wahlpflicht

### Modultitel **Aktuelle Entwicklungen in der Chemie**

**Modultitel (englisch)** Recent Trends in Chemistry

**Empfohlen für:** 1.–2. Semester

**Verantwortlich** Studiendekan der Chemie

**Dauer** 2 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Kolloquium "Aktuelle Entwicklungen in der Chemie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden verfügen über ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis auf dem neusten Stand des Wissens in aktuellen Forschungsprogrammen der Institute der Fakultät. Ihr Wissen und Verstehen bildet die Grundlage für die Entwicklung eigenständiger Ideen.

**Inhalt** Wechselndes Angebot aus dem Forschungsprogramm der Institute der Fakultät für Chemie und Mineralogie, sowie von Blockkursen eingeladener Gastprofessoren über Spezialthemen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Kolloquium "Aktuelle Entwicklungen in der Chemie" (3SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-123-1327	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Materialwissenschaft</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Advanced Practical Course in Materials Science
<b>Empfohlen für:</b>	1./2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Mineralogie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Materialwissenschaft" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Mineralogie und Materialwissenschaften</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage in einem aktuellen Forschungsthema auf dem Gebiet der Materialwissenschaft verschiedene Analysen durchzuführen und gewinnen einen Einblick in die selbstständige Bearbeitung von Forschungsprojekten.
<b>Inhalt</b>	Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsthema: Der Schwerpunkt liegt auf der Durchführung qualitativer und quantitativer Phasenanalysen mittels Röntgenbeugung, Computertomographie, Thermoanalyse.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Materialwissenschaft" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	09-121-1503	Wahlpflicht

### Modultitel **Computergestützte Wirkstoffentwicklung**

**Modultitel (englisch)** Computer-aided Drug Discovery

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Institut für Wirkstoffentwicklung/Pharmazie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Computergestützte Wirkstoffentwicklung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Computergestützte Wirkstoffentwicklung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- M.Sc. Chemistry and Biotechnology
- M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy
- M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry

**Ziele**

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage

- grundlegende Begriffe aus der Vorlesung zu definieren und zu erklären
- ausgewählte Verfahren und Algorithmen des virtuellen Wirkstoff-Screenings und Wirkstoff-Designs zu beschreiben und zu analysieren
- algorithmische Lösungsansätze zu erklären und diese selbstständig auf Problemstellungen anzuwenden
- Aufgabenstellungen praktisch in Form eines Software-basierten Verfahrens zu lösen.

**Inhalt**

Arten von virtuellen Wirkstoffbibliotheken (Fragment-basiert, Reaktions-basiert u.a.). Kodierung von chemischen Molekülen und Reaktionen. Molekül-Deskriptoren und ihre Verwendung für die Modellierung von Struktur-Aktivitäts-Beziehungen (QSAR). Algorithmen des Liganden- und Rezeptor-basierten virtuellen Screenings (Methoden des Maschinellen Lernens, Liganden-Docking u.a.). Bedeutung und Anwendung von Pharmakophormodellen im virtuellen Screening. Modellierung von Rezeptor-Ligand-Interaktionen (Scoring Funktionen, Moleküldynamik, u.a.). Die Vorlesungsinhalte werden durch das Seminar, in dem aktuelle Forschungsarbeiten aus der computergestützten Wirkstoffentwicklung diskutiert werden, vertieft.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: 1 Referat (20 Min.) in Seminar</i>	
	Vorlesung "Computergestützte Wirkstoffentwicklung" (2SWS)
	Seminar "Computergestützte Wirkstoffentwicklung" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11-122-1121	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Rezeptorbiochemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Receptor Biochemistry
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Bioorganische Chemie und Biochemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Rezeptorbiochemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar "Rezeptorbiochemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signaltransduktion in eukaryotischen Zellen. Sie sind in der Lage, biochemische Assays zu entwickeln und auf aktuelle Fragestellungen der Signaltransduktion, der Testung von Wirkstoffen anzuwenden. Aktuelle Literatur zu diesem Themenkreis soll adäquat diskutiert werden können.
<b>Inhalt</b>	Prinzipielle Mechanismen der Signaltransduktion in Zellen, Kenntnisse der Hauptklassen der Rezeptoren, sowie deren Liganden und Signaltransduktionsmechanismen. Insbesondere werden Steroidrezeptoren, G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, Tyrosinkinase gekoppelte Rezeptoren und liganden- und spannungsabhängige Ionenkanäle besprochen, der Möglichkeit zur Regulation, Entwicklung und Testung von Wirkstoffen, sowie Grundlagen der Assayführung für Membranproteine. Weitere Themen umfassen die Kenntnis der Funktion und die Mechanismen von Transportproteinen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Grundlagenkenntnisse in Biochemie
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Rezeptorbiochemie" (2SWS)
	Seminar "Rezeptorbiochemie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0111	Pflicht

### Modultitel **NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen**

**Modultitel (englisch)** NMR Spectroscopy

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Molekülspektroskopie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Seminar "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
- Praktikum "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- M.Sc. Chemistry and Biotechnology

**Ziele** Die Studierenden kennen die Grundlagen der Magnetresonanz. Sie besitzen Kenntnisse über die wichtigsten NMR-Methoden und können diese anwenden.

**Inhalt** Magnetismus, Magnetische Resonanz, NMR-Spektreninterpretation, Konzept der Puls-NMR. Vektormodell und Produktoperatoren, 2D-NMR-Spektroskopie, Methodenkatalog der NMR

**Teilnahmevoraussetzungen** Kenntnisse der 1D-NMR-Spektroskopie

**Literaturangabe** James Keeler, Understanding NMR Spectroscopy, Wiley, 2010  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
Prüfungsvorleistung: Praktikumsleistung	
	Vorlesung "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (2SWS)
	Seminar "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (1SWS)
	Praktikum "NMR Spektroskopie: Prinzipien, Konzepte und Anwendungen" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0126	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Spurenanalytik**

**Modultitel (englisch)** Advanced Practical Course in Trace Analysis

**Empfohlen für:** 2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Analytische Chemie in biologischen Systemen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Spurenanalytik" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen spurenanalytische Methoden und Techniken. Sie sind in der Lage diese forschungsorientiert anzuwenden.

**Inhalt** Mitarbeit in einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe: Probenahmen und Probenvorbereitung; Aufschluss und Extraktion von Proben; Methoden der Elementspurenanalytik mit spektroskopischen oder massenspektrometrischen Verfahren, Elementspeziation durch Kopplung mit chromatographischen Trennverfahren; Organische Spurenanalytik mit Gaschromatographie-Massenspektrometrie und verwandten Verfahren, Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie; Qualitative und quantitative Analyse; Anwendung dieser und anderer Techniken auf Proben von Wasser, Boden und Luft und auf biologische Materialien

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Spurenanalytik" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0212	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Anorganische Strukturanalytik</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Structural Analysis Inorganic Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professuren für Anorganische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Strukturanalytik im Festkörper" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Spektroskopische Methoden" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen moderne strukturanalytische Methoden zur Charakterisierung anorganischer Verbindungen.
<b>Inhalt</b>	Vorlesung "Strukturanalytik im Festkörper": Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse (Röntgenbeugung am Kristall, Strukturfaktoren, experimentelle Methoden, Kristallstrukturlösung, -verfeinerung und -interpretation, Datenbanken, Programmsysteme, Pulverbeugung), weitere Methoden der Strukturanalytik an Festkörpern wie z. B. Elektronenmikroskopie und -beugung inkl. analytischer Methoden (EDX, EELS), Mößbauer-Spektroskopie, Rastersonden-Verfahren, Festkörper-NMR-Spektroskopie; Vorlesung "Spektroskopische Methoden" (in englischer Sprache) : UV/Vis-Spektroskopie (Spektren, Auswahlregeln, Ligandenfeldtheorie, Elektronenstrukturen von Metallionen und Komplexen, Spektroskopische Terme, Aufspaltung spektroskopischer Terme, spektrochemische Reihe, Tanabe-Sugano-Diagramme), Magnetochemie (Molekularer Magnetismus, Van-Vleck-Gleichung, Magnetismus von Koordinationsverbindungen, "Spin-Only"-Fall, Kopplung magnetischer Zentren, Spinfrustration, Spinpolarisation, Einzelmolekül-Magnete), IR-Spektroskopie (Wiederholung der Grundlagen, Aufstellung von Erwartungsspektren, Beispiele), NMR-Spektroskopie (Wiederholung der Grundlagen, Allgemeines zu Heterokernen z. B. $^{19}\text{F}$ , $^{31}\text{P}$ , $^{207}\text{Pb}$ , $^{119}\text{Sn}$ , ausgewählte Beispiele)
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Strukturanalytik im Festkörper" (2SWS)
	Vorlesung "Spektroskopische Methoden" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0226	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Strukturelle Biochemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Structural Biochemistry
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Strukturanalytik von Biopolymeren
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Strukturelle Biochemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Seminar mit Übungsanteil "Strukturelle Biochemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.Sc. Biochemie</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Proteinen und Enzymen und können bioinformatische Analysen zur Struktur und Funktion von Proteinen durchführen.
<b>Inhalt</b>	<p>Vorlesung Strukturelle Biochemie:                      Strukturchemie von Proteinen und DNA/RNA, charakteristische Faltungstypen und Oligomerstrukturen, Methoden zur Bestimmung von Raumstrukturen, Metall-Bindung und Strukturchemie von metallhaltigen Proteinen, Struktur und Funktion ausgewählter Systeme im Bereich der Enzyme und Metalloenzyme, Membranproteine, Motorproteine, Signaltransduktion, Fiberproteine, etc., Flexibilität von Proteinen und Konformationsänderungen, Proteinfaltung, strukturbasierte Wirkstoffentwicklung, Strukturvorhersage</p> <p>Seminar und Übungen Strukturelle Biochemie:                      Visualisierung von Proteinstrukturen zur Analyse von Strukturen einschließlich experimenteller Daten (Kristallographie und Cryo-EM), Protein-Datenbank, Erstellung publikationsreifer Abbildungen, Überlagerungen, eigene Berechnung und Interpretation von Strukturvorhersagen (AlphaFold), Docking, Modellierung, Moleküldynamik-Simulationen.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Strukturelle Biochemie" (2SWS)
	Seminar mit Übungsanteil "Strukturelle Biochemie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0229	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Supramolekulare Chemie und Photochemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Supramolecular Chemistry and Photochemistry
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Koordinationschemie, Professur für Organische Chemie (Katalyse)
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Supramolekulare Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Photochemie und Photokatalyse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden wissen und verstehen die Synthesemethoden und Eigenschaften supramolekularer Systeme, sowie die Grundlagen der Photochemie und Photokatalyse. Sie entwickeln ein breites, kritisches Verständnis bei aktuellen Anwendungen in verschiedenen supramolekularen Systemen und Bereichen.
<b>Inhalt</b>	<p>Supramolekulare Chemie:</p> <p>Synthese (Koordinationspolymerisation, Amphiphilgesteuerte Verfahren, Kristallengineering, Amphiphil-Organisation, mesoskopale Selbstorganisation) und Eigenschaften supramolekularer Systeme (Zeolithe, C-Nanoröhren, Polyoxometallate, Dendrimere, Kolloide, Emulsionen), Kinetische und thermodynamische Aspekte, Supramolekulare Funktionseinheiten &amp; -materialien (magnetisch, elektronisch, optisch, nanoporös), Katalyse und Polymere, Selbstreplizierende Moleküle</p> <p>Photochemie und Photokatalyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalisch-organ. Grundlagen der Photochemie/-katalyse; Interaktion Licht-Materie: Historisches, Bedeutung im Alltag</li> <li>- Photochemische Reaktionen (Mechanismus und Anwendung)(Reaktionen von Carbonylverbindungen, Alkenen, Cycloadditionen, Umlagerungen, Reaktionen in supramolekularen Umgebungen etc.)</li> <li>- Photokatalyse (verschiedene Formen: Energietransfer, Elektronentransfer (PET), typische Katalysatoren etc.)</li> <li>- Photo(redox)-Katalyse mit sichtbarem Licht und aktuelle Anwendungen in der Synthesechemie</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	nicht kombinierbar mit Modul 13-121-0222
<b>Literaturangabe</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Steed, Atwood: Supramolecular Chemistry, VCH</li> <li>2. Aktuelle Review-Artikel (z. B. Chem. Rev. 2013, DOI:10.1021/cr300503r; Angew. Chem., Int. Ed. 2009, 48, 9785)</li> </ol> <p>Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.</p>

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Supramolekulare Chemie" (2SWS)
	Vorlesung "Photochemie und Photokatalyse" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0324	Wahlpflicht

### Modultitel **Chemische Biologie**

**Modultitel (englisch)** Concepts and Methods of Chemical Biology

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie / Chemische Biologie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Chemische Biologie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 105 h
- Seminar "Chemische Biologie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen chemisch-biologische Vorgehensweisen zur Untersuchung von Proteinfunktionen mittels niedermolekularer organischer Substanzen.

**Inhalt**

1. Prinzipielle Ansätze zur Entwicklung chemischer Molekülsonden für die Aufklärung von Proteinfunktionen
2. Assayformate für die Untersuchung biologischer Aktivitäten chemischer Substanzen
3. Enzyme als Zielstrukturen organischer Substanzen
4. Protein-Protein-Wechselwirkungen als Zielstrukturen für niedermolekulare organische Moleküle: Herausforderungen, Lösungsansätze und Fallbeispiele
5. Bioorthogonale Chemie

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Chemische Biologie" (3SWS)
	Seminar "Chemische Biologie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0325	Pflicht

### Modultitel **Moderne Aspekte der Organischen Chemie**

**Modultitel (englisch)** Modern Aspects of Organic Chemistry

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Organische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Moderne Aspekte der Organischen Chemie" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 105 h
- Seminar "Moderne Aspekte der Organischen Chemie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden lernen die Grundlagen ausgewählter moderne Konzepte und Methoden der Organischen Chemie kennen. Im Rahmen von verpflichtenden Kurzvorträgen mit anschließender Diskussion zu thematisch passenden, aktuellen Publikationen wird außerdem ein vertiefendes Verständnis dieser Themen geschaffen. Des Weiteren wird ein verständliches und kompaktes Vermitteln wissenschaftlicher Inhalte trainiert.

**Inhalt** Ausgewählte moderne organisch-chemische Methoden und Konzepte, wie beispielsweise Grundlagen photo- und elektrochemischer Prozesse, Molecular Editing mit Fokus auf Heterozyklenchemie und Stereochemie, moderne Katalysekonzepte (u.a. Shuttle Katalyse, Enzyme Mimicking, Biokatalyse) werden in dieser Veranstaltung eingehender diskutiert. Dabei werden bevorzugt Themen gewählt, die innerhalb der aktuellen Forschungsforen der Fakultät für Chemie und Mineralogie im Bereich der Organischen Chemie liegen.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Zehnminütiger Kurzvortrag mit anschließender Diskussion</i>	
	Vorlesung "Moderne Aspekte der Organischen Chemie" (3SWS)
	Seminar "Moderne Aspekte der Organischen Chemie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0423	Wahlpflicht

### Modultitel **Oberflächenspektroskopie - Methoden und Anwendungen**

**Modultitel (englisch)** Surface Spectroscopy - Methods and Applications

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Physikalische Chemie der Oberflächen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen** • Vorlesung "Oberflächenspektroskopie - Methoden und Anwendungen" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 105 h Selbststudium = 150 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- M.Sc. Mineralogie und Materialwissenschaft
- M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry
- M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy

**Ziele** Die Studierenden kennen Gesetzmäßigkeiten der Festkörperoberflächenstruktur, der Gas-Festkörper-Wechselwirkung und des Dünnschichtwachstums und sind in der Lage, diese auf entsprechende Fragestellungen anzuwenden. Sie kennen wichtige Techniken der Oberflächenanalyse und können diese vergleichen und hinsichtlich ihrer Anwendung bewerten.

**Inhalt** Einführung zur Struktur von Festkörperoberflächen und Grenzflächen. Physikalische Grundlagen, Instrumentarien und Anwendungsbeispiele von Methoden der Oberflächenanalyse: Elektronenspektroskopie: Photo- (XPS, UPS) und Augerelektronenspektroskopie (AES), Energieverlustspektroskopie (EELS), Quantitative Lateralverteilungs- und Tiefenprofilanalyse des chemischen Zustands; Elektronenbeugung (LEED, XPD); Sekundärionenmassenspektrometrie (SIMS, SNMS). Anwendungen: Adsorption, Desorption, Katalyse, Filmwachstum und Segregation.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Oberflächenspektroskopie - Methoden und Anwendungen" (3SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0522	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Technische Oxide und Silikate und ihre Anwendung als Katalysatoren und Adsorbentien</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Oxides and Silicates and Their Application as Catalysts and Adsorbents
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Technische Oxide und Silikate" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> <li>• Vorlesung "Heterogene Katalyse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Vorlesung "Grundlagen der technischen Adsorption" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Der Studierende besitzen ein breites Wissen über die Grundlagen des Aufbaus der Oxide und Silikate und kennen deren Anwendung in der heterogenen Katalyse und der technischen Adsorption.
<b>Inhalt</b>	Chemie der Oxide und Silikate (Bindungsverhältnisse, Kristallstrukturen); Eigenschaften von Oxiden und Silikaten (mechanische, thermische, elektrische, magnetische, optische) Säure-Base-Katalyse: Oxide, Mischoxide, Kristalline Alumosilikate als Katalysator, Katalyse an Zeolithen; Hydrierung-Dehydrierung: Metall und Multimetallkatalysatoren, bifunktionelle Katalyse; Oxidation: Komplexe Oxide und Phosphate als Katalysatoren: Herstellung und Formgebung, Desaktivierung; Entwicklungstendenzen. Grundlagen der Adsorption (Thermodynamik, Kinetik, Dynamik); Adsorptionswechselwirkungen; Technische Adsorbentien; Technische Adsorptionsprozesse zur Stofftrennung und -reinigung.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine, nicht kombinierbar mit Modul 13-121-0524
<b>Literaturangabe</b>	1. Gregg, Singh: Adsorption, Surface Area an Porosity, Academic Press 2. I. Chorkendorff, J. W. Niemannsverdriet, Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Wiley-VCH Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Technische Oxide und Silikate" (1SWS)
	Vorlesung "Heterogene Katalyse" (2SWS)
	Vorlesung "Grundlagen der technischen Adsorption" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0524	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Gase in Wechselwirkung mit Grenzflächen</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Interaction of Gases with Interfaces
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Technische Chemie, Professur für Physikalische Chemie der Oberflächen
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Wechselwirkung von Gasen mit Festkörperoberflächen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Vorlesung "Heterogene Katalyse" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden können die Wechselwirkung von Gasen mit Grenzflächen tiefgreifend beschreiben und kennen besondere Untersuchungsmethoden sowie Anwendungen in der heterogenen Katalyse.
<b>Inhalt</b>	Grundlagen der Adsorption und Desorption von Gasen mit Festkörpern, Adsorptionsisothermen, Adsorptionswärmen, Oberflächenreaktionen; Molekularstrahltechnik, Temperatur-programmierte Desorption (TPD). Katalytische Aktivierung an Festkörperoberflächen; Säure-Base-Katalyse: Oxide, Mischoxide, Kristalline Alumosilikate als Katalysator, Katalyse an Zeolithen; Hydrierung-Dehydrierung: Metall- und Multimetallkatalysatoren, bifunktionelle Katalyse; Oxidation: Komplexe Oxide und Phosphate als Katalysatoren; Technische Anwendung von Katalysatoren: Herstellung und Formgebung, Deaktivierung; Entwicklungstendenzen.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine, nicht kombinierbar mit Modul 13-121-0522
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Wechselwirkung von Gasen mit Festkörperoberflächen" (2SWS)
	Vorlesung "Heterogene Katalyse" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0621	Wahlpflicht

### Modultitel **Moderne Methoden der Theoretischen Chemie**

**Modultitel (englisch)** Modern Methods in Theoretical Chemistry

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Theoretische Chemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Moderne Methoden der Theoretischen Chemie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 120 h
- Übung "Moderne Methoden der Theoretischen Chemie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Chemie
- M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy

**Ziele** Die Studierenden kennen die einschlägigen Techniken (siehe Inhalt) und können deren Anwendbarkeit auf verschiedene Systeme und Fragestellungen beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage selbstständig Computersimulationen an Cluster- und periodischen Systemen durchzuführen und kritisch deren Gültigkeit einzuschätzen. Die Studierenden haben erste Grundkenntnisse über die Born-Oppenheimer-Näherung und die Beschränkung auf zeitunabhängige Phänomene hinaus gewonnen.

**Inhalt** Methoden zur Berücksichtigung der Elektronenkorrelation (Post-Hartree-Fock-Verfahren, Dichtefunktionaltheorie), Methoden zur Berechnung sehr großer Systeme, Superzellansätze zur Berechnung periodischer Strukturen, Methoden zur Behandlung dynamischer Prozesse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Moderne Methoden der Theoretischen Chemie" (4SWS)
	Übung "Moderne Methoden der Theoretischen Chemie" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0622	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Maschinelles Lernen: Grundlagen und Anwendungen in der Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Machine Learning: Fundamentals and Applications in Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Theoretische Chemie des Materialdesigns
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit integrierter Übung "Maschinelles Lernen: Grundlagen und Anwendungen in der Chemie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Maschinelles Lernen: Grundlagen und Anwendungen in der Chemie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden erhalten einen Einblick in das Gebiet der Künstlichen Intelligenz und deren Anwendung in der Chemie. Basierend auf den theoretischen Hintergründen moderner Maschinellem Lernmethoden wenden die Studierenden die gelernten Methoden in einem Übungsteil an. Dabei erhalten die Studierenden eine Einführung in die Programmiersprache Python, um künstliche Intelligenz verwenden zu können. Studierende erarbeiten die Übungen im Selbststudium. Im Seminar setzen sich Studierende mit Anwendungen der Methoden auseinander.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Künstliche Intelligenz: Überwachtes Lernen, unüberwachtes Lernen und bestärkendes Lernen</li> <li>- Repräsentation von chemischen Systemen an künstlich intelligente Methoden: Wie können wir chemische Systeme übersetzen, sodass künstlich intelligente Methoden davon lernen können?</li> <li>- Regression: von linearer Regression über Ridge Regression zu tiefen neuronalen Netzen und deren Anwendung in der Chemie</li> <li>- Analyse von Big Data: Dimensionsreduktion, Clustering und Klassifikation</li> <li>- Molekular und Materialdesign mit generativen Modellen</li> <li>- Selbst-getriebene Laboratorien: Stand der Technik und Potential der KI in der Chemie</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Grundverständnis theoretischer Chemie
<b>Literaturangabe</b>	Pavlo Dral: "Quantum Chemistry in the Age of Machine Learning" Christopher M. Bishop: "Pattern Recognition and Machine Learning" Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville: "Deep Learning" Weitere Hinweise zu Literaturangaben in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten**

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 60 Min., mit Wichtung: 2	Vorlesung mit integrierter Übung "Maschinelles Lernen: Grundlagen und Anwendungen in der Chemie" (2SWS)
Referat 20 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Maschinelles Lernen: Grundlagen und Anwendungen in der Chemie" (1SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0642	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Computerchemie für Festkörper</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Computational Chemistry of Solids
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Theoretische Chemie komplexer Systeme
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Computerchemie für Festkörper" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Computerchemie für Festkörper" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden lernen Methoden kennen, die zur quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern geeignet sind. Sie erlernen die Grundlagen der elektronischen und vibronischen Struktur von Festkörpern und erhalten über Beispiele einen Einblick in aktuelle Forschungsfelder der Materialchemie.
<b>Inhalt</b>	Kristallgitter, reziprokes Gitter, Sommerfeld-Modell, Bandstruktur, elektronische Zustandsdichte, Magnetismus, Phononen, Nanostrukturen, zweidimensionale Kristalle, topologische Isolatoren.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hofmann, Philip: Solid State Physics, Wiley-VCH Weitere Hinweise zu Literaturangaben in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Computerchemie für Festkörper" (2SWS)
	Praktikum "Computerchemie für Festkörper" (3SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1119	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Trennmethoden und Moderne "-omics"-Techniken</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Separation techniques and advanced "-omics"-techniques
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Bioanalytik
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Trennmethoden und Moderne "-omics"-Techniken" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Moderne "-omics"-Techniken" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden kennen moderne analytische Hochdurchsatzmethoden zur Identifizierung und Quantifizierung komplexer Probengemische als Bestandteil "Hypothesen-freier" und "Hypothesen-getriebener" Forschungsansätze und sind in der Lage sachgerecht zu referieren.
<b>Inhalt</b>	Die Identifizierung und Quantifizierung möglichst vieler Substanzen in komplexen Probengemischen, wie Körperflüssigkeiten erfordern die Kombination mehrerer Trenntechniken mit massenspektrometrischen Methoden. Vermittelt werden häufig eingesetzte Trenntechniken mit hoher Auflösung, einschließlich mehrdimensionaler chromatographischer und elektrophoretischer Trennungen. Die Möglichkeiten und Anforderungen dieser Techniken in Kombination mit schnellen hochauflösenden Massenspektrometern werden an Beispielen der Proteomics, Lipidomics, Peptidomics und Metabolomics ausführlich dargestellt und erarbeitet.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 13-121-1118. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt.
<b>Literaturangabe</b>	J.D. Watson & O.D. Sparkman: Mass spectrometry, Wiley Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung:</b>	
Klausur* 90 Min., mit Wichtung: 3	Vorlesung "Trennmethoden und Moderne "-omics"-Techniken" (3SWS)
Referat 20 Min., mit Wichtung: 1	Seminar "Moderne "-omics"-Techniken" (1SWS)

\* Diese Prüfungsleistungen müssen bestanden sein.

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1321	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Elektronenmikroskopie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Electron Microscopy
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Materialwissenschaftliche Kristallographie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Elektronenmikroskopie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Elektronenmikroskopie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Chemie
<b>Ziele</b>	Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über die Möglichkeiten der Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopie sowie den dabei anwendbaren analytischen Methoden. In den Übungen werden grundlegende Fertigkeiten erlernt, die die Studierenden in die Lage versetzen, die Methoden in Forschungsprojekten kompetent anzuwenden.
<b>Inhalt</b>	Das Modul behandelt die grundlegenden Prinzipien der Elektronenmikroskopie, u. a. Wechselwirkung von Elektronen mit Materie und Grundlagen der Elektronenoptik (incl. Abbildungsfehler). Der Schwerpunkt liegt auf Elektronenbeugung und Hochauflösungselektronenmikroskopie (HRTEM), insbesondere deren Anwendung auf chemische Probleme und dem Zusammenhang mit den Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. Zusätzlich wird auf analytische Methoden wie Röntgenemissions- und Elektronenenergieverlust-Spektroskopie eingegangen. In den Übungen werden grundlegende Techniken zur Strukturbestimmung (u. a. Bestimmung von Metrik und Symmetrie, Simulationsmethoden, Elektronenkristallographie) und zur Untersuchung von Realstruktureffekten vermittelt.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Elektronenmikroskopie" (2SWS)
	Übung "Elektronenmikroskopie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1322	Wahlpflicht

### Modultitel Technische Mineralogie

**Modultitel (englisch)** Applied Mineralogy

**Empfohlen für:** 2./4. Semester

**Verantwortlich** Professur für Technische Mineralogie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Technische Mineralogie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
- Praktikum "Angewandte Mineralogie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden sind in der Lage eine Aufgabenstellung mit analytischen Verfahren zu lösen sowie Aussagen in zukunftsweisenden Gebieten der materialwissenschaftlichen Geo-Bio-Interaktion, zu relevanten Fragestellungen der Nachhaltigkeit und der Technikfolgenabschätzung, sowie der Problematik von Stoffkreisläufen zu treffen.

**Inhalt** Das Modul beinhaltet exemplarische Beispiele der angewandten Mineralogie (insbesondere Bauchemie, Sekundärrohstoffe, Biomineralogie, Silikate, partiell kristalline Materialien und u.a.m.). Im Praktikum wird eine jeweils konkrete Aufgabenstellung mit analytischen Verfahren gelöst.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Technische Mineralogie" (2SWS)
	Praktikum "Angewandte Mineralogie" (2SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-1422	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Atmosphärenchemie**

**Modultitel (englisch)** Advanced Practical Course in Atmospheric Chemistry

**Empfohlen für:** 2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Atmosphärenchemie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Atmosphärenchemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen physikalisch-chemische und analytische Methoden für atmosphärenchemische Feldmessungen, sowie Laboruntersuchungen und sind in der Lage diese forschungsorientiert anzuwenden.

**Inhalt** Forschungspraktikum zu ausgewählten Themen der Atmosphärenchemie

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul 13-121-1413

**Literaturangabe** R. Zellner (Hrg.): Global Aspects of Atmospheric Chemistry, Topics in Physical Chemistry; Springer, Berlin 1999  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Atmosphärenchemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-122-0321	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Highlights in der Naturstoffsynthese</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Highlights in Natural Products Synthesis
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Organische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Highlights in der Naturstoffsynthese" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Highlights in der Naturstoffsynthese" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> <li>• M.Sc. Chemistry and Biotechnology</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Der Studierenden erlernen am Beispiel herausragender Naturstoffsynthesen die Retrosynthese und Synthesepfung komplexer organischer Strukturen.
<b>Inhalt</b>	Naturstoffe sind eine wertvolle Quelle für die organische Chemie. Ihre einzigartige Struktur sowie biologische Aktivität machen sie zu einem idealen Ziel für synthetische Studien. Im Rahmen der Vorlesung werden komplexe Synthesen strukturell völlig unterschiedlicher Naturstoffe mit interessanten biologischen Aktivitäten vorgestellt (Prostaglandine, Alkaloide, Macrolide, Steroide, Terpene). Neben dem Erlernen moderner Synthesemethoden steht die Planung der Synthese im Fokus. Dazu werden die Zielmoleküle zunächst gedanklich auf kleinere und einfachere Fragmente zurückgeführt, die dann leichter synthetisierbar sind (Retrosynthese). Für eine erfolgreiche Retrosynthese ist das Erkennen sogenannter Retrons wichtig, struktureller Untereinheiten, die durch eine Synthese aufgebaut werden können.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	K. C. Nicolaou, Classics in Total Synthesis 1 und 2, Wiley-VCH; Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Highlights in der Naturstoffsynthese" (3SWS)
	Seminar "Highlights in der Naturstoffsynthese" (1SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0122	Wahlpflicht

### Modultitel **Vertiefungspraktikum Molekülspektroskopie**

**Modultitel (englisch)** Advanced Practical Course Molecular Spectroscopy

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Analytische Chemie/Molekülspektroskopie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen** • Praktikum "Vertiefungspraktikum Molekülspektroskopie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Chemie

**Ziele** Die Studierenden kennen ausgewählte NMR-Methoden und können diese forschungsorientiert anwenden.

**Inhalt** Forschungspraktikum zu ausgewählten Themen der Molekülspektroskopie.

**Teilnahmevoraussetzungen** Teilnahme am Modul 13-121-0111

**Literaturangabe** Stefan Berger, Siegmund Braun: 200 and More NMR Experiments, Wiley-VCH, 2004  
Weitere Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

**Vergabe von Leistungspunkten** Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben.  
Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Molekülspektroskopie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0631	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Practical Course Theoretical Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Theoretische Chemie
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Chemie</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Die Studierenden gewinnen durch selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten erste Einblicke in die Bearbeitung von Problemstellungen in einem aktuellen Forschungsprojekt. Sie sind in der Lage die grundlegenden, insbesondere aber die modernen Methoden und Berechnungen der Theoretischen Chemie anzuwenden.
<b>Inhalt</b>	Semiempirische Verfahren: HMO, EHT, AM1. Quantenchemische ab-initio-Verfahren: Hartree-Fock-Verfahren, Post-Hartree-Fock-Verfahren. Dichtefunktionalmethoden. Moleküldynamik Periodische Systeme: Superzellen-DFT-Methode. Einführung in UNIX-Betriebssysteme.
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Teilnahme am Modul 13-121-0621
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie" (10SWS)

## Master of Science Chemie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13-121-0632	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefungspraktikum Künstliche Intelligenz in der Theoretischen Chemie</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Practical Course Artificial Intelligence in Theoretical Chemistry
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Theoretische Chemie des Materialdesigns
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Vertiefungspraktikum Künstliche Intelligenz in der Theoretischen Chemie" (10 SWS) = 150 h Präsenzzeit und 150 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Advanced Spectroscopy in Chemistry</li> <li>• M.Sc. Chemie</li> <li>• M.Sc. Structural Chemistry and Spectroscopy</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Ziel des Vertiefungspraktikums ist es, Studierenden durch selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten erste Einblicke in die Anwendung von maschinellen Lernmethoden für die (Theoretische) Chemie zu gewähren. Studierende sind in der Lage aktuelle Problemstellungen in der (theoretischen) Chemie in ein Problem der künstlichen Intelligenz zu transferieren und mit Hilfe von Methoden des maschinellen Lernens (überwachtes, unüberwachtes und verstärkendes Lernen), Lösungsansätze zu entwickeln.
<b>Inhalt</b>	<p>Generieren von Trainingsdatensätzen mit Methoden der Theoretischen Chemie (DFT, Methoden für angeregte Zustände, semiempirische Methoden,...)</p> <p>Regressionsprobleme: Lernen von Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften von Molekülen und Materialien (Kernel Ridge und Gaussian Process Regression, tiefe neuronale Netze)</p> <p>Klassifikationsprobleme: Gewinnung neuer Erkenntnisse anhand von Datenanalyse (Dimensionsreduktionsmethoden, Clustering,...)</p> <p>Molekular- und Materialdesign mit Hilfe von generativen Modellen</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Grundlegende Kenntnisse in der Theoretischen Chemie
<b>Literaturangabe</b>	<p>Pavlo Dral: "Quantum Chemistry in the Age of Machine Learning"</p> <p>Christopher M. Bishop: "Pattern Recognition and Machine Learning"</p> <p>Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville: "Deep Learning"</p>
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsleistung, mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Vertiefungspraktikum Künstliche Intelligenz in der Theoretischen Chemie" (10SWS)