

---

**Modulhandbuch**  
**Chemie - Master-Studiengang**  
im Sommersemester 2024  
erstellt am 06.08.2024

---

<b>che400 - Organische Chemie für Fortgeschrittene</b>	3
<b>che411 - Physikalische Chemie der Grenzflächen</b>	5
<b>che414 - Forschungspraktikum Physikalische Chemie</b>	8
<b>che420 - Forschungspraktikum Anorganische Chemie</b>	10
<b>che430 - Forschungspraktikum Organische Chemie</b>	12
<b>che440 - Anorganische Chemie für Fortgeschrittene</b>	14
<b>che450 - Strukturaufklärung anorganischer Verbindungen mit modernen Methoden</b>	16
<b>che471 - Theoretische Chemie</b>	18
<b>che472 - Forschungspraktikum Theoretische Chemie</b>	20
<b>che480 - Moderne NMR-spektroskopische und massenspektrometrische Methoden in der organischen Chemie</b>	22
<b>che491 - Verfahrenstechnik</b>	24
<b>che492 - Forschungspraktikum Technische Chemie für Fortgeschrittene</b>	26
<b>che501 - Heterogene Katalyse und Werkstoffe</b>	29
<b>mam - Masterarbeitsmodul</b>	32

## Mastermodule

### che400 - Organische Chemie für Fortgeschrittene

<b>Modulbezeichnung</b>	Organische Chemie für Fortgeschrittene
<b>Modulkürzel</b>	che400
<b>Kreditpunkte</b>	9,0 KP
<b>Workload</b>	270 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Christoffers, Jens (Modulverantwortung)</li> <li>• Doye, Sven (Modulberatung)</li> <li>• Christoffers, Jens (Modulberatung)</li> <li>• Hilt, Gerhard (Modulberatung)</li> <li>• Hilt, Gerhard (Prüfungsberechtigt)</li> <li>• Christoffers, Jens (Prüfungsberechtigt)</li> <li>• Doye, Sven (Prüfungsberechtigt)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden werden in diesem Modul weiterführende und moderne Aspekte der Organischen Chemie unter Berücksichtigung der von Ihnen gewählten Schwerpunkte vermittelt.</li> <li>• Die Studierenden haben nach erfolgreichem Abschluss des Moduls ihr Basiswissen der Organischen Chemie stark erweitert.</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf der Basis der im BSc-Studium grundlegend vermittelten Kenntnisse wählen die Studierenden entsprechend ihrer Schwerpunktwahl geeignete Fortgeschrittenenvorlesungen der Organischen Chemie aus, in denen weiterführende theoretische Grundlagen für Forschungsarbeiten in der Organischen Chemie diskutiert werden.</li> <li>• Die Studierenden wählen drei Vorlesungen aus der Serie "Organische Chemie für Fortgeschrittene" aus, dabei können in einem Semester mehrere Vorlesungen gehört werden.</li> <li>• Die Vorlesungsserie "Organische Chemie für Fortgeschrittene" umfasst folgenden Themen (bis zu drei Vorlesungen in einem Semester gemäß der Ankündigungen der jeweiligen Dozenten):             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ "Stereochemie Organischer Verbindungen" bzw. "Naturstoffchemie" (Doye, abwechselnd im WiSe),</li> <li>◦ "Chemie der Heteroaromaten" bzw. "Naturstoffsynthese" (Doye, abwechselnd im SoSe),</li> <li>◦ "Metallorganische Reagenzien und Katalysatoren in der Organischen Synthese" bzw. "Syntheseplanung" (Christoffers, abwechselnd im WiSe)</li> <li>◦ "Naturstoffe" bzw. "Aromaten und Heteroaromaten" (Christoffers, abwechselnd im SoSe)</li> <li>◦ "Asymmetrische Synthese und Katalyse - Prinzipien und Anwendungen" (Hilt, im WiSe)</li> <li>◦ "Asymmetrische Oxidationen und Reduktionen" (Hilt, im SoSe)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literaturempfehlungen</b>	
<b>Links</b>	
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer in Semestern</b>	1-3 Semester

<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	WiSe und SoSe	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt	
<b>Hinweise</b>	WiSe und SoSe	
<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
<b>Lehr-/Lernform</b>	3 VL (je 2 SWS)	
<b>Vorkenntnisse</b>	Organische Chemie aus dem Bachelorstudium	
<b>Prüfung</b>	<b>Prüfungszeiten</b>	<b>Prüfungsform</b>
<b>Gesamtmodul</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Vereinbarung</li> </ul>	1 benotete Prüfungsleistung:  1 mündliche Prüfung von maximal 45 Minuten Dauer über drei vom Studierenden benannte Vorlesungen der Serie "Organische Chemie für Fortgeschrittene" (100 %)
<b>Lehrveranstaltungsform</b>	Vorlesung	
<b>SWS</b>	6	
<b>Angebotsrhythmus</b>	SoSe und WiSe	
<b>Workload Präsenzzeit</b>	84 h	

---

## che411 - Physikalische Chemie der Grenzflächen

<b>Modulbezeichnung</b>	Physikalische Chemie der Grenzflächen
<b>Modulkürzel</b>	che411
<b>Kreditpunkte</b>	9.0 KP
<b>Workload</b>	270 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wittstock, Gunther (Modulverantwortung)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Modulverantwortung)</li><li>• Wittstock, Gunther (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Dosche, Carsten (Modulberatung)</li><li>• Brand, Izabella (Modulberatung)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Modulberatung)</li><li>• Wittstock, Gunther (Modulberatung)</li></ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	

### Kenntnisse (Wissen)

- Nach dem Besuch von drei der Angebote haben sich die Studierenden in ausgewählte forschungsnahe Grundkonzepte der Grenzflächenchemie eingearbeitet.
- Sie kennen die wichtigsten Definitionen, Konzepte und experimentellen Strategien. Sie kennen Besonderheiten nanoskaliger Systeme.
- Sie kennen die wichtigsten Präparationsstrategien für Modellsysteme und für ausgewählte technische Anwendungen.

### Fertigkeiten (Können)

- Die Studierenden können aus einem Katalog behandelte fortgeschrittener experimenteller und theoretischer Konzepte diejenigen auswählen, die für die Untersuchung von idealisierten und komplexen Grenzflächen geeignet sind.
- Sie können für oberflächenanalytische Techniken Veränderung von Signalen in Abhängigkeit von Probeneigenschaften und Versuchsparametern vorhersagen.
- Sie können experimentelle Strategien identifizieren, mit denen aus Anwendungssicht bestimmte Grenzflächeneigenschaften erzeugt werden können.

---

### **Modulinhalte**

#### Für MSc. Chemie

- Auf der Basis der im BSc-Studium grundlegend vermittelten Kenntnisse wählen die Studierenden entsprechend ihrer Schwerpunktwahl geeignete Fortgeschrittenenvorlesungen aus dem Vorlesungskanon der Physikalischen Chemie aus.
- Studierende wählen aus dem Angebot 3 VL aus, wobei mindestens 2 VL aus dem ständigen Angebot zu wählen sind.

#### Für Promotionsstudiengang Interface Science

- Studierende wählen nach Interessenlage und Bedarf 1 bis 3 VL (je 3 KP) und legen ein Kolloquium (30 min pass/fail) am Semesterende ab.
- Promotionsstudierende können nur Veranstaltungen wählen, die sie nicht bereits während des MSc.-Studium besucht haben.

=====

#### Ständiges Angebot:

##### **1. VL Structure of Interfaces and their Characterization: (5.07.409 WiSe). (Brand, Al-Shamery)**

Struktur von Grenzflächen und ihre Charakterisierung: Makroskopische Grenzflächenphänomene: Grenzflächenspannung, Kontaktwinkel, Benetzung, Einstellung von Benetzbarkeit Exessgrößen, Adsorptionsisothermen, Ladungseffekte an Grenzflächen, Herstellung molekular definierter Grenzflächenarchitekturen Transportphänomene an Grenzflächen, Kolloide, Kontrolle von Grenzflächeneigenschaften in

---

technischen Verfahren, Grenzflächen in der Umwelt Atomare Struktur von Oberflächen (zweidimensionales Gitter, Relaxation, Rekonstruktion, Notation von Oberflächenstrukturen), Schwingungen an Oberflächen, Elektronische Struktur von Oberflächen, Adsorption Experimentelle Methoden: LEED (Prinzip der Beugung, reziprokes Gitter, Brillouin-Zonen, Methode), Rastersondenmethoden (reales Gitter, Tunnelprozesse, STM, AFM), Photoelektronenspektroskopie (UPS, XPS), Schwingungsspektroskopie an Oberflächen

## **2. VL Solid-gas interfaces in theory and application: (5.07.411, SoSe), (Al-Shamery)**

Vertiefung der Kenntnisse im Bereich der festgasförmig-Grenzflächen mit Schwerpunkt auf niederdimensionalen Systemen:

- Optische und elektronische Eigenschaften niederdimensionaler Systeme
- Adsorption und Mikrokinetik an nanostrukturierten Materialien Anwendungen
- Nanostrukturierte Materialien in der heterogenen Katalyse: Moderne Konzepte aus der Sicht der Oberflächenchemie
- Nanostrukturierte Materialien mit Anwendungen in der Nanooptik

## **3. VL Integrated Chemical Systems (5.07.521, SoSe), (Wittstock)**

- Theorie: Konzept der integrierten molekularen Funktionssysteme, Analogien und Unterschiede zwischen existierenden biologischen und technischen Systemen, spektroskopische und lichtmikroskopische Verfahren
- Präparationsverfahren: Selbstorganisation, Polymerfilme, leitende Polymere, biomimetische Systeme, Aspekte der Miniaturisierung und lateralen Strukturierung
- Elektrochemische Charakterisierungsverfahren
- Halbleiterelektrochemie
- Struktur- und Funktionsbeziehungen in wichtigen Anwendungen: Chemo- und Biosensoren, Ankopplung molekularer Schalter an technische System, farbstoffsensibilisierte Solarzellen, elektrochemische Energiespeicher

### **Erweiterungsangebot**

#### **1. VL Modern Spectroscopy for Particle and Interface**

##### **Analytics(5.07-950, SoSe), (Dosche)**

Mess-Systeme:

- Laserphysik (Grundlagen, Lasertypen, Modenselektion, Kurzpulserzeugung, Nicht-Lineare Optik)
- Optische Systeme (Optische Bauteile, Monochromator-Konzepte, Detektoren)

Anwendungen:

- Absorptionsmethoden (Intra-Cavity-Absorption, Cavity-Ring-Down-Spektroskopie, ATR, Oberflächen-Plasmonen-Resonanz, Modulationsspektroskopie, PMIRRAS)
- Streu- und Reflexionsmethoden (Grundlagen Rayleigh- und Mie-Streuung, Dynamische Lichtstreuung, Photonendichtewellen-Spektroskopie, Surface Enhanced Raman Scattering, Coherent Antistokes Raman Scattering, Ellipsometrie)
- Emissionsmethoden (Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie, Fluoreszenzanisotropie, Einzelmolekülspektroskopie, Fluoreszenz-Korrelationsspektroskopie, Förster-Transfer, Scanning Near Field Optical Microscopy, Total Internal Reflection Microscopy)
- Nicht-Lineare Optik (Second Harmonic Generation, Summenfrequenz-Spektroskopie)

#### **2. VL Physikalische Chemie von ungewöhnlichen Reaktionsmedien (5.07.110, WiSe), (Brand)**

Teil 1: Definition und die mathematische Beschreibung der physikalischen Kräfte zwischen zwei wechselwirkenden Atomen, Atomen und Oberflächen sowie zwei makroskopischen Objekten; Analyse der Kraft-Abstand und Energie-Abstand Kurven

Teil 2: Analyse der van der Waals und elektrostatischen Wechselwirkungen zwischen Molekülen und Oberflächen; Messung der intermolekularen Wechselwirkungen zwischen zwei mikroskopischen sowie mikroskopischen und makroskopischen Objekten; Anwendung der AFM für die Untersuchung der intermolekularen Wechselwirkungen (Kraft-Abstand Kurven), Beschreibung der elektrischen Doppelsicht in ionischen Flüssigkeiten,

Teil 3: Selbstassemblierung; Beschreibung des

Aggregationsphänomens der weichen Materie (Beispiel: Polymere), Selbstorganisation der amphiphilen Moleküle (Beispiele: Lipide und flüssigen Kristalle) und natürlichen Polymere: Proteinfaltung und Struktur der DN

#### VL Structure of Interfaces and their Characterization (Al-Shamery, Brand)

- M. Henzler, W. Göpel, „Oberflächenphysik des Festkörpers“, Teubner.
- K. W. Kolasinski, „Surface Science“, Wiley.
- A. W. Adamson, A.P. Gast, „Physical Chemistry of surfaces“, Wiley, Weinheim.
- J. C. Vickerman, I. S. Gilmore, „Surface analysis. The principal techniques“, Wiley, Chichester.

#### VL Solid-gas interfaces in theory and application (Al-Shamery)

- I. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet, „Concepts of Modern Catalysis and Kinetics“, Wiley-VCH.
- H.-D. Döfler, „Grenzflächen und kolloiddisperse Systeme“, Springer, Berlin.

#### VL Integrated Chemical Systems (Wittstock)

- R.J. Forster, T.E. Keyes, J.G. Vos, „Interfacial Supramolecular Assemblies“
- A.J. Bard, L.R. Faulkner, „Electrochemical Methods“

#### VL Modern Spectroscopy for Particle and Interface Analytics (Dosche)

- Demtröder, „Laserspektroskopie“, Springer.
- Lakowicz, „Principles of Fluorescence Spectroscopy“, Springer

#### VL Physikalische Chemie von ungewöhnlichen Reaktionsmedien (Brand)

- J. N. Israelachvili, „Intermolecular and surface forces“, Academic Press, Amsterdam.
- S. Hyde, S. Andersson, K. Larsson, Z. Blum, T. Landh, S. Lidin, B. W. Ninham, „The language of shape. The role of curvature in condensed matter: Physics, chemistry and biology“, Elsevier, Amsterdam.

<b>Links</b>	
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1-3 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	WiSe und SoSe
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)
<b>Lehr-/Lernform</b>	3 Vorlesungen aus dem Vorlesungskatalog (davon 2 aus dem ständigen Angebot)  Studierende der Promotionsstudiengänge können die VL einzeln zu je (3 KP) wählen.

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

<b>Gesamtmodul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung</li></ul>	<b>1 benotete Prüfungsleistung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 mündliche Prüfung von max. 45 Min. (100 %) Prüfung kann auf Deutsch oder Englisch abgelegt werden</li></ul>
--------------------	---	---

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		6	SoSe und WiSe	84
Übung		3	SoSe und WiSe	42
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				126 h

---

## che414 - Forschungspraktikum Physikalische Chemie

<b>Modulbezeichnung</b>	Forschungspraktikum Physikalische Chemie
<b>Modulkürzel</b>	che414
<b>Kreditpunkte</b>	15.0 KP
<b>Workload</b>	450 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wittstock, Gunther (Modulverantwortung)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Modulverantwortung)</li><li>• Dosche, Carsten (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Brand, Izabella (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Wittstock, Gunther (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Al-Shamery, Katharina (Modulberatung)</li><li>• Wittstock, Gunther (Modulberatung)</li></ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	
<b>Kompetenzziele</b>	

### Kenntnisse (Wissen)

- Die Studierenden kennen die wichtigsten Abläufe zur Einarbeitung in komplexe instrumentelle Untersuchungsmethoden.
- Sie kennen die wichtigsten Methoden um komplexe Fragestellungen der Grenzflächenchemie einer experimentellen Untersuchung und Optimierung in Bezug auf ausgewählte Anwendungen zuzuführen.
- Basierend auf dem Inhalt der bisher absolvierten Lehrveranstaltungen und eines eigenständigen Studiums der Originalliteratur können sich die Studierenden in neue, komplexe experimentelle Techniken einarbeiten.
- Sie kennen die Grundlagen der Datenauswertung der entsprechenden Methoden unter Einschluss von Fitprogrammen.

### Fertigkeiten (Können)

- Basierend auf dem Inhalt der bisherigen Lehrveranstaltungen und eines eigenständigen Studiums der Originalliteratur können sich die Studierenden in komplexe experimentelle Methoden der Grenzflächenchemie einarbeiten und diese Techniken zur Lösung eines bisher unbekanntes Problems der Grenzflächenchemie auswählen und einsetzen.
- Sie sind in der Lage ihre Versuchskonzepte und experimentellen Ergebnisse im Lichte der aktuellen Zeitschriftenliteratur einzuordnen und zu bewerten.
- Sie sind in der Lage komplexe Auswertalgorithmen insbesondere unter Nutzung von Datenanpassungen flexibel und aufgabenbezogen zu handhaben.
- Studierende erwerben praktische Fähigkeiten mit komplexen instrumentellen Methoden der Physikalischen Chemie und wenden diese zur Lösung einer experimentellen Fragestellung an.
- Sie die Ergebnisse nach den Standards des Faches schriftlich und mündlich präsentieren.

---

### **Modulinhalte**

#### Master of Science

Die Studierenden wählen 3 Methodenkurse aus dem Katalog der Physikalischen Chemie aus. Die Kurse sollten auf das Thema der Forschungsaufgabe bezogen sein, Ausnahmen sind möglich nach Konsultation mit der Studierendenberatungsperson (Al-Shamery, Wittstock). Jeder Methodenkurs umfasst Selbststudium, Seminare, experimentelles Arbeiten in Form eines Kursversuches und Datenauswertung. Studierende präsentieren die Ergebnisse ihres Selbststudiums von Forschungsliteratur in einem Seminarvortrag. Studierende lösen eine Forschungsaufgabe, die ihre Fähigkeiten in einem ausgewählten Teilgebiet über das in den Methodenkursen hinaus vermittelte Können erweitert.



### Promotionsstudiengang Interface Science

Studierende wählen nach Interessenlage und Bedarf 1 bis 3 VL (je 3 KP) und legen ein Kolloquium (30 min pass/fail) am Semesterende ab.  
Promotionsstudierende können nur Veranstaltungen wählen, die sie nicht bereits während des MSc.-Studium besucht haben. Themen der Methodenkurse Die Themen und Zeitpunkte der Methodenkurse werden semesterweise festgelegt und per Aushang und Stud.IP bekanntgemacht. Typischerweise finden die Kurse im jährlichen Zyklus statt. Bei Bedarf ist auch ein halbjähriger Rhythmus möglich.

#### Literaturempfehlungen

wird entsprechend des Themas gestellt

#### Links

<b>Unterrichtssprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	2 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	halbjährlich
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt
<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)
<b>Lehr-/Lernform</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 Methodenkurse aus dem Katalog der Physikalischen Chemie (Blockkurse, Termine nach Bekanntgabe in Stud.IP, Informationsveranstaltung am Semesterbeginn, Bekanntgabe in Stud.IP, Beratung bei Prof. Al-Shamery oder Prof. Wittstock)</li><li>• Lösen einer Forschungsaufgabe (5.07.940)</li><li>• Seminar Nanomaterialien, Mo 16:15-17:45 Uhr oder Arbeitsgruppenseminare der beteiligten Arbeitsgruppen</li></ul> <p>Lehrsprache: Methodenkurse Englisch, Vortrag Englisch oder Deutsch, Praktikum Englisch oder Deutsch</p>

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
<b>Gesamtmodul</b>	In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung	2 benotete Prüfungsleistungen: 1 mündliche Prüfung von max. 45 Minuten (50 % der Modulnote), Prüfung kann auf Deutsch oder English abgelegt werden 1 Seminarvortrag 15-30 Min. (Englisch oder Deutsch) (50 % der Modulnote) 1 unbenotete Prüfungsleistung: Protokolle für drei Methodenkurse und das Praktikum

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Seminar		5	SoSe und WiSe	70
Praktikum		17	SoSe und WiSe	238
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>308 h</b>

## che420 - Forschungspraktikum Anorganische Chemie

Modulbezeichnung	Forschungspraktikum Anorganische Chemie
Modulkürzel	che420
Kreditpunkte	15.0 KP
Workload	450 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Müller, Thomas (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Albers, Lena (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Albers, Lena (Modulberatung)</li><li>• Müller, Thomas (Modulberatung)</li></ul>
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

### Kenntnisse:

- Organoelement und Organometallchemie: Syntheseprozesse, Bindungskonzepte, Eigenschaften
- Aspekte der modernen Anorganischen Chemie: Molekulare Haupt- und Nebengruppenchemie, Molekulare Katalyse, Ungewöhnliche Moleküle, Neue Materialien

### Fertigkeiten:

- Festigung experimenteller Fähigkeiten zur Entwicklung von neuen Syntheseverfahren und Katalyseprinzipien.
- Erarbeitung von Fähigkeiten zur Umsetzung eigenständiger wissenschaftlicher Arbeiten in Projekten der Anorganischen Chemie.
- Beherrschung von Fähigkeiten zur kritischen Auseinandersetzung mit der Originalliteratur.
- Festigung der Fertigkeiten zur Planung, Durchführung und Dokumentation eigener Forschungsprojekte.

### Modulinhalte

Vermittlung von speziellen präparativen und analytischen Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie am Beispiel der Forschungsschwerpunkte der hiesigen Anorganischen Chemie in den Bereichen Molekülchemie, Koordinationschemie, Organometallchemie, homogene Katalyse, Festkörperchemie, Funktionsmaterialien.

### Literaturempfehlungen

- Huheey/Keiter/Keiter, Inorganic Chemistry, de Gruyter
- Elschenbroich Organometallchemie, WILEY-VCH
- Originalpublikationen SciFinder

### Links

Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	halbjährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	1 Praktikum 1 Seminar

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

### Gesamtmodul

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung **3 benotete Prüfungsleistungen:**

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 mündliche Prüfung von max. 45 Min. (1/3 der Modulnote)</li> <li>• Bericht zum Praktikum (1/3 der Modulnote)</li> <li>• Vortrag im Seminar (1/3 der Modulnote)</li> </ul>

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Seminar		4		56
Praktikum		18		252
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>308 h</b>

---

## che430 - Forschungspraktikum Organische Chemie

<b>Modulbezeichnung</b>	Forschungspraktikum Organische Chemie
<b>Modulkürzel</b>	che430
<b>Kreditpunkte</b>	15.0 KP
<b>Workload</b>	450 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hilt, Gerhard (Modulverantwortung)</li><li>• Christoffers, Jens (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Doye, Sven (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Hilt, Gerhard (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Christoffers, Jens (Modulberatung)</li><li>• Doye, Sven (Modulberatung)</li><li>• Hilt, Gerhard (Modulberatung)</li></ul>

### Teilnahmevoraussetzungen

#### Kompetenzziele

Nach Abschluss des Moduls werden Studierende in der Lage sein:

- Synthese organischer Verbindungen im Maßstab von 100 mg bis 500 g, teils unter Verwendung von Inertechniken und bei tiefen Temperaturen fachgerecht durchzuführen.
  - die Reinigung von Reaktionsprodukten durch Kristallisation und Vakuumdestillation, jedoch vorwiegend durch präparative Säulenchromatographie fachgerecht durchzuführen.
  - Reinheitskontrolle und Charakterisierung von Reaktionsprodukten durch Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie und IR-Spektroskopie durchzuführen.
  - Proben für die NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie fachgerecht und nach guter wissenschaftlicher Praxis vorzubereiten.
- 
- Den Studierenden erwerben in diesem Modul weitergehende Kenntnisse über die Reaktivität und die Charakterisierung von organischen Substanzen in Theorie und Praxis. Die so gewonnenen Kompetenzen versetzen die Studierenden in die Lage, Forschungsaufgaben aus dem Bereich der Organischen Chemie zukünftig eigenständig zu bearbeiten.

#### Modulinhalte

- Mit diesem Modul bauen die Studierenden ihr theoretisches und praktisches Basiswissen der Organischen Chemie weiter aus.
- Sie lernen komplexere Reaktionsmechanismen moderner organisch-chemischer Reaktionen kennen und erwerben weiterführende Praxiskenntnisse aus dem Bereich der Übergangsmetallkatalyse und organischer Elektrochemie.
- Begleitend werden die Studierenden in die Lage versetzt, auch mit empfindlichen Chemikalien unter sicherheits- und umweltrelevanten Gesichtspunkten fach- und ordnungsgemäß umzugehen.
- Darüber hinaus erlangen sie grundlegende Fähigkeiten zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte in schriftlicher und mündlicher Form.

#### Literaturempfehlungen

- Aktuelle Publikationen der jeweiligen Arbeitsgruppe sowie neue Übersichtsartikel zu den entsprechenden Themen

#### Links

<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	halbjährlich
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt

<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective		
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)		
<b>Lehr-/Lernform</b>	1 Praktikum 1 Seminar		
<b>Prüfung</b>	<b>Prüfungszeiten</b>	<b>Prüfungsform</b>	

**Gesamtmodul**

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung

**3 benotete Prüfungsleistungen:**

- 1 mündliche Prüfung von max. 45 Minuten (1/3 der Modulnote)
- 1 Protokoll bestehend aus der Beschreibung der wissenschaftlichen Problemstellung, der Zielsetzung, der Durchführung, den Ergebnissen und experimentellen Details sowie einschlägigen Literaturstellen (1/3 der Modulnote)
- 1 Vortrag über die im Forschungspraktikum durchgeführten Studien (15-30 Minuten) (1/3 der Modulnote)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Seminar		4		56
Praktikum		18		252
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>308 h</b>

## che440 - Anorganische Chemie für Fortgeschrittene

Modulbezeichnung	Anorganische Chemie für Fortgeschrittene
Modulkürzel	che440
Kreditpunkte	9.0 KP
Workload	270 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Müller, Thomas (Modulverantwortung)</li><li>• Müller, Thomas (Prüfungsberechtigt)</li><li>• van der Vlugt, Jarl Ivar (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Müller, Thomas (Modulberatung)</li><li>• van der Vlugt, Jarl Ivar (Modulberatung)</li></ul>

### Teilnahmevoraussetzungen

### Kompetenzziele

#### Kennnisse:

Organoelement und Organometallchemie: Syntheseprozesse, Bindungskonzepte, Eigenschaften Aspekte der moderne Anorganischen Chemie: Molekulare Haupt- und Nebengruppenchemie, Molekulare Katalyse, Ungewöhnliche Moleküle, Neue Materialien

#### Fertigkeiten:

Verständnis und Übertragung von Syntheseverfahren und Katalyseprinzipien. Einsichten in die geometrische und elektronische Struktur von Anorganischen Molekülverbindungen und Festkörpern. Theoretische Grundlagen zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten in Projekten der Anorganischen Chemie.

### Modulinhalte

Organische Chemie der HG Elemente: Synthese und Eigenschaften, dynamische Prozesse in Molekülen, Elektronenüberschuss- und Unterschussverbindungen, analytische Methoden, Mehrfachbindungen zwischen Hauptgruppenelementen. Anwendungen in Synthese und Katalyse Materialwissenschaftliche Aspekte der Nebengruppenelementchemie: Anorganische Reaktionsmechanismen, Supramolekulare Chemie, Homogene Katalyse und Organometallchemie.

in der Regel den Modul zugeordnete Lehrveranstaltungen:

**im Sommersemester:** "Nachhaltige Chemie & Homogene Katalyse"  
**im Wintersemester:** "New Trends in Inorganic Chemistry" und "Organische Chemie der Hauptgruppenelemente"

### Literaturempfehlungen

- Huheey/Keiter/Keiter, Inorganic Chemistry, de Gruyter
- Elschenbroich Organometallchemie, WILEY-VCH

### Links

Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	2 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	halbjährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modulart	Wahlpflicht / Elective	
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)	
Lehr-/Lernform	3 Vorlesungen	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

### Gesamtmodul

- Jederzeit nach Absprache mit den Lehrenden.

#### 1 benotete Prüfungsleistung:

- 1 mündliche Prüfung von maximal 45

---

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
		Minuten über die Inhalte der drei Vorlesungen (100 %)
<b>Lehrveranstaltungsform</b>	Vorlesung	
<b>SWS</b>	6	
<b>Angebotsrhythmus</b>	SoSe und WiSe	
<b>Workload Präsenzzeit</b>	84 h	

---

---

## che450 - Strukturaufklärung anorganischer Verbindungen mit modernen Methoden

<b>Modulbezeichnung</b>	Strukturaufklärung anorganischer Verbindungen mit modernen Methoden
<b>Modulkürzel</b>	che450
<b>Kreditpunkte</b>	6.0 KP
<b>Workload</b>	180 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Müller, Thomas (Modulverantwortung)</li><li>• Müller, Thomas (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Weiz, Alexander (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Albers, Lena (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Weiz, Alexander (Modulberatung)</li><li>• Müller, Thomas (Modulberatung)</li><li>• Albers, Lena (Modulberatung)</li></ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	

### Kompetenzziele

#### Kennnisse:

- Grundlagen der Röntgenbeugungsanalyse an Einkristallen und Pulvern  
Festkörper NMR Spektroskopie EPR Spektroskopie Mössbauer Spektroskopie Elektronenspektroskopische Methoden (PES, XPS, EDX, ESMA, EELS)

#### Fertigkeiten:

- praktische Kristallzüchtung,
- Durchführung und Auswertung einer Einkristallröntgenbeugungsanalyse Auswertung und Interpretation einfacher Festkörper NMR Spektren, EPR Spektren, Mössbauer Spektren und Darstellung der Ergebnisse.
- Studierende kennen nach dem Absolvieren dieses Moduls außerdem die wichtigsten modernen Verfahren der NMR Spektroskopie in flüssiger und fester Phase und sind in der Lage die prinzipielle Auswahl von geeigneten Experimenten zur Lösung eines gegebenen Problems bei der Strukturaufklärung einer Verbindung vornehmen können.
- Daneben erwerben sie die Fähigkeit einfache Experimente an den Spektrometern durchzuführen.

---

### Modulinhalte

#### Beugungsverfahren:

- Röntgen- und Neutroneneinkristall- und Pulverdiffraktometrie zum Gewinn von Strukturinformation;
- Symmetrie von Molekülen und Festkörpern;
- Datenauswertung und Darstellung struktureller Information mit geeigneten Computerprogrammen.

#### Spektroskopie:

- Physikalische Grundlagen der EPR,
- Festkörper NMR, und Mössbauerspektroskopie, der Röntgenspektroskopie (XANES / EXAFS) sowie verschiedener Elektronenspektroskopischer Methoden (PES, AES, EDX, ESMA, EELS).
- Kristallzucht auf verschiedenen Wegen.
- Durchführung und Auswertung einer Einkristallröntgenbeugungsuntersuchung
- Vorstellung der bedeutendsten modernen Methoden dieses fundamental wichtigen analytischen Verfahrens und dessen Einsatz in der Strukturaufklärung komplexer Verbindungen.
- Praktische Durchführung ausgewählter NMR-spektroskopischer Experimente.



## Literaturempfehlungen

- Massa, Einführung in die Röntgenstrukturanalyse, Teubner
- Advanced Inorganic Chemistry, Wiley West,
- Solid State Chemistry and its Applications, Wiley,
- Hesse, Meier, Zeeh, Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie, Thieme Verlag;
- H. Günther NMR Spectroscopy 3rd Edition, Wiley
- VCH, J. Keeler Understanding NMR Spectroscopy, Wiley,
- J. W. Akitt, B. E. Mann NMR and Chemistry Chapman Hall,
- Weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben

<b>Links</b>		
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester	
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jährlich SoSe	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt (	
	Das Modul findet im Sommersemester statt.	
	)	
<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
<b>Lehr-/Lernform</b>	1 Vorlesung, 1 Seminar, 1 Praktikum	
<b>Vorkenntnisse</b>	che235 - Spektroskopie und Strukturaufklärung molekularer Verbindungen	
<b>Prüfung</b>	<b>Prüfungszeiten</b>	<b>Prüfungsform</b>

### Gesamtmodul

- In der vorlesungsfreien Zeit im Sommersemester entsprechend separater Ankündigung

#### **1 benotete Prüfungsleistung:**

- 1 mündliche Prüfung von max. 45 Minuten oder 1 Klausur on max. 120 Minuten

#### **1 unbenotete Studienleistung:**

- Unbenotete Protokolle (zum Praktikum und Vertiefungsaufgaben zum Spektroskopieteil der Vorlesung)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe	28
Praktikum		4	SoSe	28
Seminar		2	SoSe	28
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>84 h</b>

## che471 - Theoretische Chemie

Modulbezeichnung	Theoretische Chemie
Modulkürzel	che471
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klüner, Thorsten (Modulverantwortung)</li><li>• Klüner, Thorsten (Prüfungsberechtigt)</li></ul>
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

- Die Studierenden erlernen durch Vertiefung ihrer Kenntnisse in der Quantenchemie und der Quantendynamik die theoretischen Grundlagen zur Behandlung stationärer und explizit zeitabhängiger Phänomene der Molekülchemie sowie der Grenz- und Oberflächenchemie.
- Das Modul vermittelt den Studierenden die Fähigkeit, eigenständig Probleme der Theoretischen Chemie zu bearbeiten und bereitet auf die wissenschaftliche Untersuchung aktueller theoretisch-chemischer Fragestellungen vor.

### Modulinhalte

- Theorie der elektronischen Struktur von Molekülen und Grenz- und Oberflächen,
- molekulare Schrödingergleichung,
- Hartree-Fock-Näherung,
- Dichtefunktionaltheorie,
- Einführung in Methoden zur Erfassung der Elektronenkorrelation Molekulare Reaktionsdynamik.
- Die Studierenden erlernen moderne Methoden der Theorie der elektronischen Struktur, insbesondere Hartree-Fock und Methoden zur Erfassung der Elektronenkorrelation (Coupled Cluster, Konfigurationswechselwirkung, Moeller-Plesset Störungstheorie) und zur Beschreibung elektronisch angeregter Zustände (CASSCF und CASPT-2).
- Moderne linear skalierende Ansätze und spezielle Kenntnisse der Verarbeitung von Zweielektronenintegralen werden vermittelt.
- Weiterhin werden Prinzipien der molekularen Reaktionsdynamik mit einem Schwerpunkt auf Methoden zur Lösung der zeitabhängigen Schrödingergleichung vertieft.
- Wellenpaketdynamische Methoden werden unter Berücksichtigung quantendissipativer Effekte explizit diskutiert und in Übungen vermittelt.

### Literaturempfehlungen

- A. Szabo, N.S. Ostlund "Modern Quantum Chemistry"
- F. Jensen "Introduction to Computational Chemistry"

### Links

Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch
Dauer in Semestern	2 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich WiSe
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	2 Vorlesungen 2 Übungen

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend **1 benotete Prüfungsleistung:**

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
	separater Ankündigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 mündliche Prüfung von maximal 45 Min. (100 %)</li> </ul>

  

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	SoSe und WiSe	56
Übung		2	SoSe und WiSe	28
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>84 h</b>

---

## che472 - Forschungspraktikum Theoretische Chemie

Modulbezeichnung	Forschungspraktikum Theoretische Chemie
Modulkürzel	che472
Kreditpunkte	15.0 KP
Workload	450 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klüner, Thorsten (Modulverantwortung)</li><li>• Klüner, Thorsten (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Röhse, Robert (Modulberatung)</li></ul>

### Teilnahmevoraussetzungen

Es wird die Teilnahme an der VL 5.04.1001 Introduction into High-Performance Computing empfohlen.

### Kompetenzziele

- Selbstständiges Arbeiten mit aktueller englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur,
- Lernen des Haltens eines wissenschaftlichen Vortrags,
- Erarbeitung einer komplexen theoretischen Aufgabenstellung im Rahmen der Forschungsschwerpunkte der Theoretischen Chemie in Oldenburg, wobei insbesondere modulübergreifendes Wissen einzusetzen bzw. zu rekapitulieren ist.
- Es wird die Befähigung zur Nutzung von komplexer wissenschaftlicher Infrastruktur (Großrechner) für Abschlussarbeiten erworben.

### Modulinhalte

- Mit diesem Modul bauen die Studierenden ihre praktischen Fertigkeiten in der Theoretischen Chemie weiter aus.
- Sie lernen komplexe Fragestellungen durch den kombinierten Einsatz mathematischer und numerischer Methoden zu lösen.
- Darüber hinaus erlangen sie grundlegende Fähigkeiten zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte in schriftlicher und mündlicher Form.
- Die Blockkurse befähigen die Studierenden zur effizienten Entwicklung und Anwendung theoretisch-chemischer Software.
- Die Studierenden erlernen, diese Programmpakete zur Lösung ihrer Forschungsaufgaben unter Verwendung von Hochleistungsrechnern einzusetzen.

Die in jährlichem Turnus angebotene Blockkurse beinhalten:

- Theoretikum I (z.B. Effiziente numerische Implementierung von Hartree-Fock)
- Theoretikum II (z.B. Effiziente numerische Implementierung von Elektronenkorrelationsverfahren)
- Dynamikum (z.B. Numerische Wellenpaketpropagation in der Quantendynamik)

**Die Belegung dieses Moduls schließt die Belegung des Moduls che414 "Forschungspraktikum Physikalische Chemie" aus.**

### Literaturempfehlungen

- Aktuelle, wissenschaftliche Artikel aus Science, Nature, Acc. Chem Res., Chem. Rev., Journal of Chemical Physics, Theor. Chem. Acc. Lehrbücher und Skripte für die Blockkurse

### Links

Unterrichtssprachen Deutsch, Englisch

Dauer in Semestern	2 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

**Hinweise**

**Die Belegung dieses Moduls schließt die Belegung des Moduls che414 "Forschungspraktikum Physikalische Chemie" aus.**

Modulart	Wahlpflicht / Elective
Modullevel	MM (Mastermodul / Master module)
Lehr-/Lernform	1 Seminar, 1 Praktikum (2 Blockkurse)

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

**Gesamtmodul**

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung

**2 benotete Prüfungsleistungen:**

- 1 mündliche Prüfung von maximal 45 Minuten (50 % der Modulnote)
- 1 Vortrag 15-30 Minuten (50 % der Modulnote)

**1 unbenotete Prüfungsleistung:**

- Protokoll für Blockkurse

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Seminar		2	SoSe oder WiSe	28
Praktikum (2 verpflichtende Blockpraktika)		18	SoSe und WiSe	252
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>280 h</b>

## che480 - Moderne NMR-spektroskopische und massenspektrometrische Methoden in der organischen Chemie

<b>Modulbezeichnung</b>	Moderne NMR-spektroskopische und massenspektrometrische Methoden in der organischen Chemie	
<b>Modulkürzel</b>	che480	
<b>Kreditpunkte</b>	6.0 KP	
<b>Workload</b>	180 h	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>	
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Christoffers, Jens (Modulverantwortung)</li><li>• Christoffers, Jens (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Christoffers, Jens (Modulberatung)</li></ul>	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>		
<b>Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende kennen nach dem Absolvieren dieses Moduls die wichtigsten modernen Verfahren dieser Techniken und sind in der Lage die prinzipielle Auswahl von geeigneten Experimenten zur Lösung eines gegebenen Problems bei der Strukturaufklärung einer Verbindung vornehmen können.</li><li>• Daneben erwerben sie die die Fähigkeit einfache Experimente an den Spektrometern durchzuführen.</li></ul>	
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorstellung der bedeutendsten modernen Verfahren dieser fundamental wichtigen analytischen Verfahren und deren Einsatz in der Strukturaufklärung komplexer Verbindungen.</li><li>• Praktische Durchführung ausgewählter NMR-spektroskopischer und massenspektrometrischer Experimente.</li></ul>	
<b>Literaturempfehlungen</b>	Hesse, Meier, Zeeh, Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie, Thieme Verlag	
<b>Links</b>		
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester	
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jährlich WiSe	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	10 Praktikumsplätze sind vorhanden	
<b>Hinweise</b>	Das Modul findet ausschließlich im WiSe statt	
<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
<b>Lehr-/Lernform</b>	1 Seminar, 1 Praktikum  Das Modul findet nur im Wintersemester statt.	
<b>Vorkenntnisse</b>	che230 – Spektroskopie und Strukturaufklärung molekularer Verbindungen	
<b>Prüfung</b>	<b>Prüfungszeiten</b>	<b>Prüfungsform</b>
<b>Gesamtmodul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• In der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester entsprechend separater Ankündigung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 benotete Präsentationen,</li><li>• 6 unbenotete Protokolle</li></ul>
<b>Lehrveranstaltungsform</b>	Seminar und Praktikum	

---

<b>SWS</b>	8
<b>Angebotsrhythmus</b>	WiSe
<b>Workload Präsenzzeit</b>	112 h

---

## che491 - Verfahrenstechnik

<b>Modulbezeichnung</b>	Verfahrenstechnik
<b>Modulkürzel</b>	che491
<b>Kreditpunkte</b>	6.0 KP
<b>Workload</b>	180 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wark, Michael (Modulverantwortung)</li><li>• Wark, Michael (Modulberatung)</li><li>• Brehm, Axel (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)</li></ul>

---

### Teilnahmevoraussetzungen

### Kompetenzziele

- Aufbauend auf dem Modul Technische Chemie des von chemieorientierten Instituten angebotenen BSc-Studiums werden Grundlagen der Verfahrenstechnik vermittelt, die unter Berücksichtigung der Komplexität von industriellen Chemieanlagen mit wichtigen Aspekten vertraut machen.
- Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, naturwissenschaftlich basierte Vorgehensweisen mit denen der Ingenieurdisziplinen zu verknüpfen und schaffen somit eine Grundlage zur teamorientierten Zusammenarbeit im späteren Berufsfeld.

---

### Modulinhalte

- In der Verfahrenstechnik werden die Grundlagen der chemischen Produktionsverfahren vermittelt, die neben der chemischen Reaktionstechnik und der verfahrensbeschreibenden Prozesskunde, die technische Realisierbarkeit und die wirtschaftliche, umweltgerechte sowie ressourcenschonende Konzeption von Chemieanlagen entscheidend beeinflussen.
- Sie erhalten Einblick in die Bedeutung von Wärme- und Stofftransport auf die chemische Reaktionsgeschwindigkeit.
- Außerdem werden die Grundlagen für die Berechnung der Dimensionierung von chemischen Reaktoren vermittelt.
- Die Grundoperationen beschreiben die Verfahrensschritte, die dem eigentlichen Reaktor vor- und nachgeschaltet sind.
- Dazu zählen insbesondere die thermischen Trennverfahren, wie die Rektifikation, die Extraktion, die Absorption, die Kristallisation, die Adsorption, Membrantrennverfahren sowie die mechanischen Verfahren wie Rühren, Fördern von Gasen und Flüssigkeiten, Zerkleinern, Zerstäuben, Filtration und die Behandlung von Abwasser- und Abgasströmen bzw. die Vermeidung und Verminderung dieser sowie die Erarbeitung von Umweltstrategien.

---

### Literaturempfehlungen

- M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: "Technische Chemie" (2. Auflage), Wiley-VCH, Weinheim 2013
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

---

### Links

<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jährlich WiSe
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt

### Hinweise

Vorlesungsunterlagen über StudIP

---

<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective
-----------------	------------------------

---



<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)
<b>Lehr-/Lernform</b>	2 Vorlesungen 1 Übung

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
---------	----------------	--------------

<b>Gesamtmodul</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung</li> </ul>	<b>1 benotete Prüfungsleistung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>mündliche Prüfung von maximal 45 Minuten oder Klausur zu den Inhalten der Vorlesungen (100 %)</li> </ul>
--------------------	---	---

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	WiSe	56
Übung		1	WiSe	14
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				70 h

---

## che492 - Forschungspraktikum Technische Chemie für Fortgeschrittene

<b>Modulbezeichnung</b>	Forschungspraktikum Technische Chemie für Fortgeschrittene
<b>Modulkürzel</b>	che492
<b>Kreditpunkte</b>	15.0 KP
<b>Workload</b>	450 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wark, Michael (Modulverantwortung)</li><li>• Wark, Michael (Modulberatung)</li><li>• Rarey, Jürgen (Modulberatung)</li><li>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Rarey, Jürgen (Prüfungsberechtigt)</li></ul>

### Teilnahmevoraussetzungen

### Kompetenzziele

- Selbstständiges Arbeiten mit aktueller englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur,
- Bearbeitung einer komplexen experimentellen Aufgabenstellung mit offenem Ausgang im Rahmen der Forschungsschwerpunkte der in Oldenburg ansässigen Arbeitsgruppen unter Nutzung unterschiedlicher Synthese- und Messmethoden, wobei insbesondere modulübergreifendes Wissen einzusetzen bzw. zu rekapitulieren ist.
- Erlernen der Präsentation eines wissenschaftlichen Vortrags.
- Im Hinblick auf eine spätere Masterarbeit ist es auch Ziel des Moduls, Studierende an die Planung, Durchführung und Dokumentation eigener Forschungsprojekte heranzuführen.

### Modulinhalte

- Mit diesem Modul bauen die Studierenden ihre Fertigkeiten zu Fragestellungen der Technischen Chemie aus. Für komplexe technisch-chemische Aufgabenstellungen aus den Forschungsschwerpunkten der Gruppen der Technischen Chemie werden durch den kombinierten Einsatz von Materialsynthese und instrumentellen Methoden, oder auch den Einsatz von chemisch-verfahrenstechnischen Simulationen Lösungen gesucht.
- Darüber hinaus erlangen sie grundlegende Fähigkeiten zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte in schriftlicher und mündlicher Form.
- Es wird entweder ein experimentell-orientiertes (Start jederzeit möglich) oder ein auf chemisch-prozesstechnische Simulationen ausgelegtes Forschungspraktikum (zumeist Juli-September) durchgeführt.
- Es werden in die Forschungsgebiete einführende praktische Aufgabenstellungen zu aktuellen Themen der Heterogenen Katalyse, Reaktortechnik, Technischen Chemie solarer Anwendungen (Photokatalyse, Solarzellen), Chemie erneuerbarer Energien (u.a. Brennstoffzellen), Bioenergie, Verfahrenstechnik und Prozesssimulation angeboten.
- Die Durchführung der Aufgabe wird möglichst unter intensiver Betreuung eines Doktoranden oder einer Doktorandin der Arbeitskreise durchgeführt.
- Innerhalb des experimentell-orientierten Forschungspraktikum enthalten die Aufgabenstellungen jeweils einen Materialsyntheseteil (z.B. Sol-Gel-Synthese), einen Teil der Festkörpercharakterisierung (unter Erlernen neuer Methoden wie der diffusen Reflexionsspektroskopie, der Pulver-Röntgendiffraktometrie oder der Gassorption) und einen anwendungsorientierten Teil (z.B. photokatalytische Messungen oder Analyse von Ionenleitung über Impedanzspektroskopie, Gaschromatographie in der heterogenen Katalyse).
- Bei einer Aufgabenstellung im Gebiet „Chemische Prozesssimulation“ liegt nach einer Einführung zum Umgang mit einem Prozesssimulator (z.B. Aspen Plus) und dem Erlernen grundlegender Programmierkenntnisse und numerischer Lösungsverfahren für chemisch-technische Fragestellungen der Schwerpunkt auf der exemplarischen Bearbeitung einer aktuellen Aufgabenstellung zur Verfahrensentwicklung (z.B. energiesparende Trennverfahren (Rektifikation, Extraktion), Meerwasser-Entsalzung) im Bereich der chemischen Verfahrenstechnik.

## Literaturempfehlungen

- Wird in der Veranstaltung (bei der Absprache der Themen) bekannt gegeben.
- U.a. aktuelle wissenschaftliche Beiträge aus den wichtigsten Zeitschriften der Chemie (Schwerpunkt: Materialchemie und Physikalisch-technische Chemie) und der chemischen Verfahrenstechnik, z.B. Nature Materials, Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry, Journal of Catalysis, Advanced Functional Materials, Advanced Chemical Engineering, ....

## Links

<b>Unterrichtsprachen</b>	Deutsch, Englisch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	fortlaufend
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	4-15 (

### Kapazität/Teilnahmezahl:

- Bis zu 10 Studierende bei experimentell orientieren Themen bzw.
- bis zu 15 STudierende bei Themen der chemisch-technische Simulationen

**Anmeldeformalitäten:** Anmeldung bei den Leitern der AGs der Technischen Chemie

)

## Hinweise

Materialien über StudIP Infos über Veranstaltungzeit und -ort: SEM: Aktuelle Fragen der technischen Chemie SEM: Bearbeitung aktueller Forschungsthemen der Technischen Chemie, PR: Technisch-chemisches Forschungspraktikum in den Forschungs-laboratorien der Arbeitsgruppen, Lösung einer komplexen Aufgaben aus den verschiedenen Teilgebieten der Technischen Chemie Modul wird besucht im 1.-3. Semester. Bei Wahl der Technischen Chemie als Schwerpunktfach sollten die Module „Verfahrenstechnik“ und „Heterogene Katalyse und Werkstoffkunde“ ebenfalls belegt werden.

<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
<b>Lehr-/Lernform</b>	2 Seminare 2 Praktika	
<b>Vorkenntnisse</b>	Eine solide praktische und theoretische Ausbildung in Chemie.	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

## Gesamtmodul

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung

### **2 benotete Prüfungsleistungen:**

- 1 mündliche Prüfung von max. 45 Min. (50 % der Modulnote)
- 1 Vortrag 15-30 Min. im Seminar (50 % der Modulnote)

### **1 unbenotete Prüfungsleistung:**

- Protokoll (Bericht zu den Ergebnissen des Forschungspraktikums)

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	WiSe	56

---

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Übung		2	WiSe	28
Praktikum		15	SoSe und WiSe	210
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>294 h</b>

---

---

## che501 - Heterogene Katalyse und Werkstoffe

<b>Modulbezeichnung</b>	Heterogene Katalyse und Werkstoffe
<b>Modulkürzel</b>	che501
<b>Kreditpunkte</b>	9.0 KP
<b>Workload</b>	270 h
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wark, Michael (Modulverantwortung)</li><li>• Wark, Michael (Modulberatung)</li><li>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)</li></ul>

### Teilnahmevoraussetzungen

### Kompetenzziele

- Die Studierenden erlernen die Grundlagen der heterogenen Katalyse, wobei der Bogen von den Elementarschritten bis zu Prinzipien der Formgebung gespannt wird, und erhalten eine Einführung in die Chemie wichtiger Werkstoffe (u.a. Polymere, Keramiken, Metall/Stahl).
- Ziel der Veranstaltungen ist die Vermittlung von Denkweisen, die auf unterschiedlichen Hierarchien der Katalysator- und Werkstoffentwicklung erforderlich sind.
- Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Besonderheiten der interdisziplinären Kommunikation gelegt, die sich aus den unterschiedlichen Denkansätzen von Wissenschaftlern und Ingenieuren ergibt.
- Damit sollen die Studierenden auf ihren späteren Einsatz in projektbasierten, interdisziplinären Gruppen vorbereitet werden.
- Weitere Schwerpunkte sind die Vermittlung von Aspekten der Katalyse unter dem Gesichtspunkt der ökonomischen Rahmenbedingungen und das Erlernen von chemischen Denkweisen in einem alltäglichen betriebswirtschaftlichen Umfeld.
- In den Praktika sollen die Studierenden den Umgang mit komplexen Anlagen wie on-line Kopplungen und Charakterisierungsmethoden vertraut gemacht werden.

---

### Modulinhalte

#### Das Modul besteht aus den Vorlesungen

1. Heterogene Katalyse
2. Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie
3. Werkstoffkunde

sowie einem Praktikum und einer kostenpflichtigen Exkursion.

#### Vorlesungen:

- Aufbauend auf die Kenntnisse der Adsorptiv-Adsorbens-Wechselwirkungen werden die Unterschiede zur homogenen Katalyse herausgearbeitet.
- Der Ansatz des limitierenden Schrittes wird in mehreren Fallbeispielen vorgestellt, wobei die Auswirkungen für das finale Design des Katalysators im Mittelpunkt stehen.
- Besonderes Augenmerk wird auf Probleme der Maßstabsübertragung vom Labor auf größere Einheiten gelegt.
- An ausgewählten Beispielen wird die Klassifizierung von heterogenen Katalysatoren diskutiert.
- Am Beispiel von kristallinen Alumosilikaten werden Synthese, Modifizierung und Anwendung von Katalysatoren dargestellt.
- Verschiedene thermische (TPD, TPR) und spektroskopische Charakterisierungsmethoden (FTIR, UV-Vis, MAS-NMR) für heterogene Systeme werden ebenfalls vorgestellt.
- An Hand von Fallbeispielen werden moderne industrielle Verfahren vorgestellt, wobei die betriebswirtschaftliche Betrachtung und deren Konsequenzen für die Verfahrensgestaltung im Vordergrund stehen.
- In einer gesonderten Vorlesung werden Grundkenntnisse der Werkstoffkunde sowohl im Hinblick auf Verfahren zur Werkstoff-Testung (z.B. mechanische Eigenschaften) als auch (im Schwerpunkt) auf die chemische Zusammensetzung und daraus resultierenden Eigenschaften von Polymeren, Keramiken, Gläser, Stähle und Legierungen vermittelt.

#### **Im Praktikum:**

- wird die Herstellung von Katalysatoren erlernt.
- Es werden Einblicke in technisch-relevante Katalyse- und Photokatalyse-Verfahren gegeben.

Es sind mind. 4 Versuche zu absolvieren, u.a. können derzeit gewählt werden:

- Synthese eines zeolithischen Katalysators (MFI-Typ), Kalzinierung, Belegung und Trocknung des Katalysators;
- Charakterisierung von Adsorbentien mittels einer on-line Adsorptionsapparatur;
- Austestung des Katalysators mit Hilfe einer Hydroisomerisierung;
- Untersuchungen zur makrokinetischen Beeinflussung mittels einer chemischen Reaktion
- Photokatalytischer Schadstoffabbau

#### **Die Exkursion:**

- erfolgt zu einem namhaften Katalysatorhersteller.
- Den Studierenden werden dabei Kenntnisse über die beim Herstellungsprozess verwendeten technischen Anlagen vermittelt.
- Ferner erhalten Sie Einblick in die Wechselbeziehung Chemie – Ökonomie – umweltpolitische Rahmenbedingung.

---

#### **Literaturempfehlungen**

- I. Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet, „Concepts of Modern Catalysis and Kinetics“, Wiley-VCH 2003
- J.M. Thomas, W.J. Thomas, „Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis“, Wiley-VCH, 1997
- W. Göpel, Chr. Ziegler, „Einführung in die Materialwissenschaften“, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1996.
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

---

#### **Links**

<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	jährlich WiSe
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt

#### **Hinweise**

- Vorlesungsunterlagen über StudIP

---

<b>Modulart</b>	Wahlpflicht / Elective	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform

#### **Gesamtmodul**

- In der vorlesungsfreien Zeit entsprechend separater Ankündigung
- 1 benotete Prüfungsleistung: 1**
- 1 mündliche Prüfung von maximal 45 Minuten zu den Inhalten der Vorlesungen (100 %)

**1 unbenotete Prüfungsleistung:** Bericht zur Exkursion

**Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum**

---

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	WiSe	56
Praktikum		2	WiSe	28
Exkursion		1	WiSe	14
<b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b>				<b>98 h</b>

---

# Abschlussmodul

## mam - Masterarbeitsmodul

<b>Modulbezeichnung</b>	Masterarbeitsmodul	
<b>Modulkürzel</b>	mam	
<b>Kreditpunkte</b>	30.0 KP	
<b>Workload</b>	900 h	
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Master Chemie (Master) &gt; Abschlussmodul</li></ul>	
<b>Zuständige Personen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al-Shamery, Katharina (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Beckhaus, Rüdiger (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Özaslan, Mehtap (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Brand, Izabella (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Wilkes, Heinz (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Rößner, Frank (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Brehm, Axel (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Brumsack, Hans-Jürgen (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Müller, Thomas (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Christoffers, Jens (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Albers, Lena (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Dittmar, Thorsten (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Dosche, Carsten (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Doye, Sven (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Hilt, Gerhard (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Klüner, Thorsten (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Martens, Jürgen (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Rarey, Jürgen (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Rullkötter, Jürgen (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Schnetger, Bernhard (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)</li><li>• Wittstock, Gunther (Prüfungsberechtigt)</li></ul>	
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>		
<b>Kompetenzziele</b>	<p>Die Studierenden wählen für die Anfertigung ihrer Masterarbeit einen Themenschwerpunkt in Absprache mit einem Betreuer aus. Die Masterarbeit basiert auf eigenen experimentellen Laborarbeiten oder theoretischen Berechnungen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus dem Bereich der Chemie nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.</p>	
<b>Modulinhalte</b>	<p>Anfertigung der Masterarbeit Aktive Mitarbeit im Seminar der Arbeitsgruppe, in der die Master-Arbeit geschrieben wird.</p>	
<b>Literaturempfehlungen</b>	<p>Literatur zum Einstieg in das Thema wird vom jeweiligen Betreuer bereitgestellt. Im weiteren Verlauf wird eine eigenständige Literaturrecherche erwartet.</p>	
<b>Links</b>		
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch	
<b>Dauer in Semestern</b>	1 Semester	
<b>Angebotsrhythmus Modul</b>	halbjährlich	
<b>Aufnahmekapazität Modul</b>	unbegrenzt	
<b>Modulart</b>	Pflicht / Mandatory	
<b>Modullevel</b>	MM (Mastermodul / Master module)	
<b>Prüfung</b>	<b>Prüfungszeiten</b>	<b>Prüfungsform</b>
<b>Gesamtmodul</b>		



---

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
		2 benotete Prüfungsleistungen: 1 Masterarbeit (90 % der Modulnote) 1 Abschlusskolloquium (10 % der Modulnote)
<b>Lehrveranstaltungsform</b>	Seminar	
<b>SWS</b>	2	
<b>Angebotsrhythmus</b>	--	

---

