



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften

Modulhandbuch
zum Masterstudiengang
Materialchemie und Katalyse

Stand: 04.06..05.2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzbeschreibung	3
Module des Bereichs „Anorganische Chemie“	
<i>Wintersemester</i>	
C101 Feste Anorganische Materialien: Nanochemie	6
C102 Metallorganische Komplexkatalyse	7
<i>Sommersemester</i>	
C201 Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendung	8
C202 Katalysatordesign	9
Module des Bereichs „Kolloide und Werkstoffe“	
<i>Wintersemester</i>	
C103 Elektrochemische Energiesysteme und –materialien	10
C104 Kolloide und Grenzflächen	11
<i>Sommersemester</i>	
C203 Hochleistungsmaterialien für elektrochemische Energiesysteme	12
C204 Fortgeschrittene Methoden in der Physikalischen Chemie der Polymere	13
C205 Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung	14
Module des Bereichs „Organische Chemie und Makromolekulare Materialien“	
<i>Wintersemester</i>	
C105 Organische Synthese	15
C106 Polymersynthese	16
C107 Biomaterialien	17
<i>Sommersemester</i>	
C206 Polymerarchitekturen	18
C207 Hochleistungspolymere	19
C210 Modul Forschungsplan (Research proposal)	20
Forschungsmodule des 3. Semesters	21
C301 Forschungsmodul I	
C302 Forschungsmodul II	
C400 Masterarbeit	22
Anhang 1: Modulübersicht	23

Kurzbeschreibung

Die Materialwissenschaften sind ein interdisziplinäres Fachgebiet innerhalb der klassischen Fächer Chemie, Physik, Mineralogie und Ingenieurwissenschaften. Materialwissenschaftliche Fragestellungen repräsentieren eine der wichtigsten naturwissenschaftlichen Querschnittsdisziplinen. Materialwissenschaftler werden in vielen Bereichen der Industrie benötigt, um z.B. moderne Hochleistungswerkstoffe oder neue Funktionsmaterialien zu entwickeln. Die Entwicklung neuer Materialien hat entscheidend zum technischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte in einer Vielzahl von Bereichen beigetragen. Auch Wachstum und Wohlstand im 21. Jahrhundert werden ganz wesentlich getrieben werden von Innovationen und Neuentwicklungen bei der Materialsynthese. Erst auf der Basis verbesserter oder neuer Materialeigenschaften können die Produkte von morgen entwickelt werden, auf die eine auf Hochtechnologie basierende Gesellschaft wie in Deutschland angewiesen ist. Der Motor für die notwendigen Entwicklungen sind neue Materialkonzepte wie Nanomaterialien, anorganisch-organische Hybridmaterialien, Komposite, kolloide Moleküle, Materialien in Nicht-Gleichgewichtszuständen, oberflächenaktive Materialien oder biomimetische Materialien. Auch der Fortschritt bei polymeren Werkstoffen wird ganz entscheidend durch neue Katalysatoren getrieben, die erst eine gezielte Variation der Materialeigenschaften ermöglichen. Die Basis für die Entwicklung verbesserter Materialien bildet ein solides Verständnis der Beziehungen zwischen Zusammensetzung, Struktur und Morphologie der Materialien und deren chemischen und physikalischen Eigenschaften.

Die Lösung materialwissenschaftlicher Aufgabenstellungen ist in unterschiedlichsten Branchen von enormer wirtschaftlicher und technischer Bedeutung; die Materialchemie leistet dazu entscheidende Beiträge. Demnach ist der Bedarf an einschlägig ausgebildeten Absolventen sehr hoch und weiter steigend. Absolventen dieses Studiengangs stehen breite Betätigungsfelder in unterschiedlichsten Wirtschafts- und Wissenschaftsbereichen offen. Die Berufsaussichten sind daher ausgezeichnet und den Absolventen/-innen stehen vielfältige und abwechslungsreiche Arbeitsfelder offen: Nano- und Mesotechnologie, Leichtbau, Mikroelektronik und Halbleitertechnik, Sensorik, viele Aspekte der Energieversorgung wie Wasserstoffwirtschaft, Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen für mobile elektronische Geräte sowie die Weiterentwicklung der immer bedeutender werdenden Solartechnik seien beispielhaft genannt.

Der Studiengang Materialchemie und Katalyse vermittelt chemische und physikalische Grundlagen aller wichtigen Materialklassen, von organischen Polymeren, über hybride Materialien bis hin zu keramischen Materialien und Metallen. Der Studiengang fokussiert bewusst auf die chemischen Aspekte der Querschnittswissenschaft Materialwissenschaften, um Absolventen/-innen mit einem klar sichtbarem Qualifizierungsprofil und mit chemischer Kern-

kompetenz zu erreichen. Grundlagen- und Anwendungsaspekten, der Präparation sowie der umfassenden Charakterisierung mit komplementären Methoden wird gleichermaßen Beachtung geschenkt. Absolventen des Studiengangs werden aufgrund Ihrer chemischen Kompetenz in die Lage versetzt, Materialien für unterschiedliche Anforderungen zu synthetisieren, zu modifizieren und zu charakterisieren, sowie deren Einsatzmöglichkeiten abzuschätzen und zusammen mit Werkstoffwissenschaftlern materialwissenschaftliche Probleme zu lösen.

Der zweijährige Masterstudiengang „Materialchemie und Katalyse“ richtet sich an Studenten mit einem Bachelor-Abschluss in Chemie, Polymer- und Kolloidchemie, Biochemie, Lehramt mit entsprechender Fächerkombination, und verwandter Disziplinen. Der Masterstudiengang „Materialchemie und Katalyse“ kann wahlweise im Winter- oder Sommersemester begonnen werden. Im ersten Studienjahr werden sieben Fachmodule aus einem Angebot von dreizehn belegt, die in der Regel aus Vorlesung und Praktikum bestehen, um das Lehrfach auch experimentell vorzustellen und die praktische Geschicklichkeit zu trainieren. Im *ersten Semester* wählen die Studierenden vier aus sieben vorgeschlagenen Modulen aus (z.B. bei Beginn im Wintersemester: Elektrochemische Energiesysteme und –materialien, Metallorganische Komplexkatalyse, Feste Anorganische Materialien: Nanochemie, Organische Synthese, Kolloide und Grenzflächen, Polymersynthese, Biomaterialien), jedoch mindestens jeweils eines aus den Kernbereichen „Anorganische Chemie“, „Kolloide und Werkstoffe“ und „Organische Chemie und Makromolekulare Materialien“ um die Breite des erworbenen Wissens zu gewährleisten. Das vierte Modul kann aus dem weiteren Angebot dieses Studiengangs oder anderer chemischer Masterstudiengänge gewählt werden.

Im *zweiten Semester* belegen die Studierenden drei Vertiefungsmodule im Umfang von jeweils neun Leistungspunkten. Diese Module beinhalten jeweils ein längeres Praktikum in einer der am Studiengang beteiligten Forschungsgruppen. Mögliche Module für Winteranfänger sind: Katalysatordesign, Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendungen, Fortgeschrittene Methoden in der Physikalischen Chemie der Polymere, Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung, Vom Makromolekül zum Material, Angewandte Funktionspolymere. Außerdem erstellen die Studierenden die Planung für ein eigenes wissenschaftliches Forschungsprojekt.

Im *dritten* und *vierten Semester* sind zwei Forschungsmodule im Gesamtumfang von 30 Leistungspunkten nach freier Wahl zu absolvieren, wobei eines davon auch im Rahmen eines Industriepraktikums und/oder im Ausland durchgeführt werden kann. Das Thema der *Masterarbeit* zu aktuellen Fragestellungen der Materialchemie und Katalyse kann bereits am Ende des zweiten Semesters ausgegeben werden, sodass die Vorbereitung auf die eigenständige wissenschaftliche Arbeit parallel mit den Forschungsmodulen erfolgen kann. Die Masterarbeit im Umfang von 30 Leistungspunkten wird über einen Zeitraum von 6 Monaten im vierten Semester durchgeführt.

Insgesamt müssen im Masterstudiengang „Materialchemie und Katalyse“ mindestens 120 Leistungspunkte erbracht werden (1. Semester: 28; 2. Semester: 32; 3. plus 4. Semester: 60). Eine Übersicht über die angebotenen Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs ist in Anhang 1 (S. 21) zu finden. Deren Inhalte werden im Modulhandbuch detailliert erläutert.

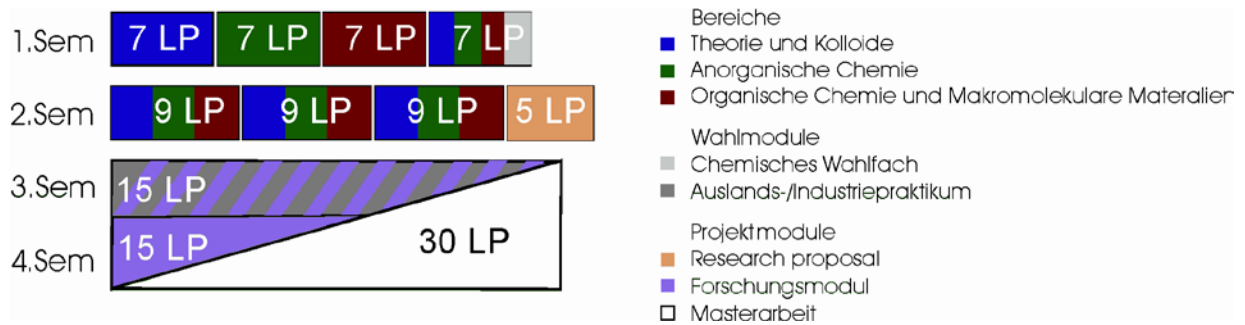


Abbildung: Modulare Struktur, Lehrbereiche und Leistungspunkte des Masterstudiengangs „Materialchemie und Katalyse“.

Modul C101: Feste Anorganische Materialien: Nanochemie

Lernziele:

In diesem Modul erwerben die Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet fester anorganischer Materialien mit einem Schwerpunkt auf Aspekten der Nanochemie.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung Feste Anorganische Materialien: Nanochemie	2	WS
Praktikum Feste Anorganische Materialien: Nanochemie	6/8*	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Lehrstühle für Anorganische Chemie I und III

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** werden Eigenschaften, Anwendungen und grundlegende Aspekte fester anorganischer funktionaler Materialien vorgestellt. Schwerpunkte liegen auf den Mechanismen verschiedener Syntheserouten sowie auf modernen Analysestrategien. Folgende Punkte werden behandelt: i) Anorganische Nanotechnologie sowie Kolloide, Pigmente, Nano-Stäbe und Nano-Drähte. ii) Anorganische Komposite und Füllstoffe inklusive biogener Materialien wie Perlmut und Knochengewebe. iii) Polymorphismus und „Crystal Engineering“ molekularer Systeme sowie ihr Einfluss auf die Wirkstoffherstellung. iv) Supramolekulare anorganische Chemie und Wirt-Gast-Verbindungen. v) Semikristalline und amorphe Materialien wie Gläser, Glaskeramiken, Phasentransfermaterialien und photonische Kristalle.

Im **Praktikum** vertiefen die Studenten ihre praktischen Fähigkeiten indem sie unter Anleitung eines erfahrenden Doktoranden an einem aktuellen Forschungsprojekt in den entsprechenden Arbeitsgruppen arbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche oder schriftliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung, die zu 60% in die Gesamtbewertung eingeht. Die restlichen 40% ergeben sich aus der Bewertung des Praktikums.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Neben den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Im Rahmen des Praktikums ergibt sich eine Belastung von 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C102: Metallorganische Komplexkatalyse

Lernziele:

Die Studenten erwerben und vertiefen Kenntnisse und praktische Fertigkeiten in den Bereichen Komplexkatalyse und Metallorganische Chemie.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung Metallorganische Komplexkatalyse	2	WS
Mitarbeiterpraktikum Metallorg. Chemie und Komplexkatalyse	6/8*	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Lehrstuhl für Anorganische Chemie II

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** Metallorganische Komplexkatalyse werden die folgenden Themen erörtert: Reaktivität von Metall-Kohlenstoff-Bindungen, Katalytische Anwendungen von metallorganischen Verbindungen, Koordinative Polymerisationskatalyse.

Im **Praktikum** vertiefen die Studierenden aerobe Arbeitstechniken und wenden diese Kenntnisse anschließend im Mitarbeiterpraktikum an, um konkrete Probleme der Katalysechemie zu bearbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine schriftliche (bei weniger als 7 Teilnehmern mündliche) Prüfung über den Inhalt der Vorlesungen, die zu 60% in die Gesamtbewertung eingeht. Die restlichen 40% ergeben sich aus Bewertung des Praktikums (Laborheft, Reinheit und Ausbeute der Syntheseansätze und Qualität der katalytischen Experimente).

Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die insgesamt 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen der Praktika anfallende Arbeitsbelastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C201: Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendungen

Lernziele:

Dieses Modul zielt darauf ab, den Studierenden ein fundiertes Wissen über wichtige Materialklassen, deren Eigenschaften und deren Anwendungen zu vermitteln.

Lehrformen und -zeiten

	SWS	Semester
Vorlesung Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendungen	2	SS
Praktikum Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendungen	6/8*	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Lehrstühle für Anorganische Chemie I und III

Lerninhalte:

Die **Vorlesung** konzentriert sich auf Eigenschaften und Anwendungen wichtiger Materialklassen im Bereich der Festkörperchemie. Hierbei werden Vor- und Nachteile typischer Synthesemethoden wie der Hochtemperatur- und der Solvothermalsynthese sowie der Selbstorganisation und des „Imprintings“ besprochen. Die Studierenden werden mit fundamentalen thermodynamischen (Phasenumwandlungen und Metastabilität), kinetischen (Keimbildung und -wachstum) und dynamischen (Defekte und Transport) Aspekten sowie ihrem Einfluss auf Synthesewege und das Anwendungspotenzial der resultierenden Materialien vertraut gemacht. Folgende Punkte werden behandelt: i) Oberflächenmaterialien (Mikro- und Mesoporöse Verbindungen) für den Einsatz als heterogene Katalysatoren, als Sensoren oder als Gasspeicher. ii) Hartstoffe und Keramiken. iii) Materialien für optische Anwendungen. iv) Energiespeicher- und Energiewandelmateriale wie Thermoelektrika, Superkondensatoren für Batterien und Brennstoffzellen. v) Magnetische Eigenschaften von Metallen und Metalloxiden sowie magnetische Bauteile.

Im Praktikum vertiefen die Studenten ihre praktischen Fähigkeiten indem sie unter Anleitung eines erfahrenden Doktoranden an einem aktuellen Forschungsprojekt arbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche oder schriftliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung, die zu 60% in die Gesamtbewertung eingeht. Die restlichen 40% ergeben sich aus der Bewertung des Praktikums.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Neben den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Im Rahmen des Praktikums ergibt sich eine Belastung von 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C202: Katalysatordesign

Lernziele:

Die Studenten erwerben Kenntnisse im Bereich Katalysatordesign und vertiefen Ihr Wissen im Bereich Homogene Katalyse.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung Katalysatordesign	2	SS
Mitarbeiterpraktikum Katalysatordesign	6/8*	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Lehrstuhl für Anorganische Chemie II

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** Katalysatordesign werden die folgenden Themen erörtert: Grundlagen und Konzepte des Katalysatordesigns, Explorative Komplexchemie, Mechanistische Studien, Kombinatorische Katalysatorforschung.

Im **Praktikum** vertiefen die Studierenden katalytische Arbeitstechniken und wenden diese Kenntnisse anschließend im Mitarbeiterpraktikum an, um einfache katalytische Fragestellungen zu bearbeiten.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche Prüfung über den Inhalt der Vorlesung, die zu 60% in die Gesamtbewertung eingeht. Die restlichen 40% ergeben sich aus der Bewertung des Praktikums und der Benotung des Laborhefts.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die insgesamt 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen der Praktika anfallende Arbeitsbelastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

C103: Elektrochemische Energiesysteme und –materialien

Lernziele:

Die Studierenden werden mit den Möglichkeiten und Anwendungen moderner elektrochemischer Energiesysteme und den darin verwendeten Materialien vertraut gemacht.

Lehrformen und –zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	WS
Praktikum	6/8*	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Lehrstühle für Anorganische Chemie I, Anorganische Chemie III, Physikalische Chemie II und Physikalische Chemie III

Lerninhalte: In der **Vorlesung** werden Eigenschaften, Prozesse und Materialien für elektrochemische Speicherung und Wandlung von Energie vorgestellt. Die Schwerpunkte liegen auf elektrochemischen Grundlagen und Zellkonzepten wie modernen Batteriesystemen, Brennstoffzellen sowie Elektrokatalyse. Folgende Aspekte werden behandelt:

- i) Elektrodenprozesse (Elektronentransfer, Materialtransport)
- ii) Elektrochemische Zellen
- iii) Elektrochemische Analytik wie Cyclovoltametrie und Impedanzspektroskopie
- iv) Elektrokatalyse und Photoelektrochemie (Wasserspaltung, ...)
- v) Moderne Batteriekonzepte und Brennstoffzellen
- vi) Kathoden und Anodenmaterialien
- vii) Separatoren und Ionenleitung
- viii) Methoden zur *In-operando* Analytik.

An ausgewählten Beispielen werden die Studierenden im **Praktikum** mit den vorgestellten Messmethoden, Zellkonzepten und der dort verwendeten Materialien sowie deren Darstellung vertraut gemacht. Unter der Betreuung von erfahrenen Mitarbeitern der jeweiligen Lehrstühle beinhaltet dies insbesondere elektrochemische Charakterisierungsmethoden zur Untersuchung der Eigenschaften von elektrochemischen Energiesystemen und –materialien.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums geht zu 67% in die Gesamtnote ein. Eine zweite Note wird für das Praktikum vergeben und trägt 33% zur Gesamtnote bei.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C104: Kolloide und Grenzflächen

Lernziele:

Der Kurs beinhaltet die fortgeschrittene Physikalische Chemie von Kolloiden und Grenzflächen, z.B. Phasenverhalten, Strukturbildung und Dynamik von Mikroemulsionen; Eigenschaften von Nanopartikeln; Block-Copolymer-Mizellen; Bildung mesoskopischer Kristalle; Grenzflächeneigenschaften; „Smarte“ Grenzflächen; „Confinement“-Effekte in dünnen Filmen und Benetzungseffekte.

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	WS
Praktikum	6	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Physikalische Chemie

Lerninhalte:

Die **Vorlesung** beinhaltet: Phasenverhalten von binären und ternären Mischungen von Wasser, Öl und Amphiphilen. Amphiphile können dabei Surfactants, Lipide, Block-Copolymere und Kolloide sein. Das Helfrich-Konzept der elastischen Biege-Energie wird eingeführt. Darüber hinaus werden gemischte Polymer-Surfactant Systeme behandelt. Die Streumethoden welche zur Untersuchung dieser Systeme eingesetzt werden kurz diskutiert (z.B. SANS). Diesem Teil folgt ein Abschnitt über Grenzflächen mit einem Schwerpunkt auf Polymer- Filmen und Polyelektrolyt-Multilagen. Die relevanten experimentellen Methoden wie Rasterkraftmikroskopie (AFM), Raster-Tunnel-Mikroskopie (STM), optische Raster-Nahfeldmikroskopie (SNOM) und Ellipsometrie werden vorgestellt.

Das **Praktikum** wird sich mit der Synthese und Charakterisierung kolloidaler Partikel und der Benutzung von Mikroskopie- und Lichtstremethoden befassen. Darüber hinaus wird das Phasenverhalten eines ternären Systems (Tensid/Öl/Wasser) mit Röntgenkleinwinkelstreuung untersucht. Schließlich werden Kolloide oder Polyelektrolyte auf Ober- und Grenzflächen assembliert. Die resultierenden Strukturen werden mit AFM und Ellipsometrie untersucht.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine schriftliche (oder mündliche) Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums nach dem ersten Semester geht zu 60 % in die Gesamtnote ein. Eine zweite Note wird für das Praktikum vergeben und trägt 40% zur Gesamtnote bei. Die Art der Prüfung (schriftlich oder mündlich) und der Termin werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fällt 1 Stunde für die Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 45 Stunden. Entsprechend sind 3 zusätzliche Stunden für die Vorbereitung der Experimente und das Anfertigen der Protokolle für das Praktikum nötig. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt also 135 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7

Modul C203: Hochleistungsmaterialien für elektrochemische Energiesysteme

Lernziele

Die Studierenden werden mit modernen elektrochemischen Energiesystemen mit einem Fokus auf wiederaufladbaren Batterien vertraut gemacht. Der Kurs beinhaltet Aspekte der Elektrochemie und des Zelldesigns mit einem Schwerpunkt auf Materialentwicklung (Synthese, Charakterisierung und Funktionalisierung).

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	SS
Praktikum	6/8*	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Lehrstühle für Anorganische Chemie I und III und Anorganische Aktivmaterialien für die Elektrochemische Energiespeicherung

Lerninhalte: In der **Vorlesung** werden Eigenschaften, Prozessierung und Materialien für die elektrochemische Energiespeicherung vorgestellt. Elektrochemische Grundlagen und Zellkonzepte moderner Akkumulatoren und Brennstoffzellen werden behandelt. Der Fokus wird dabei auf Materialien und wie deren Eigenschaften auf die Eigenschaften der Batteriezellen eingehen gelegt. Folgende Aspekte werden behandelt:

- i) Konzepte moderner Batterien und Brennstoffzellen
- ii) Elektrochemische Zellen und Elektrodenprozesse (Ladungstransfer und Materialtransport)
- iii) Kathoden- und Anodenmaterialien: Synthese, Strukturen und Eigenschaften
- iv) Kathoden- und Anodenmaterialien: Phasendiagramme und Funktionsprinzipien
- v) Separatoren und Elektrolyte; Ionen-, Superionenleiter und Festelektrolyte
- vi) Charakterisierungsmethoden für Batteriematerialien einschl. *operando* Analysen

An ausgewählten Beispielen werden die Studierenden im **Praktikum** an Methoden und Zellkonzepten mit Fokus auf Materialien, wie sie in modernen Akkumulatoren verwendet werden, herangeführt. Unter Anleitung und Betreuung von erfahrenen Mitarbeitern der beteiligten Lehrstühle beinhaltet dies insbesondere elektrochemische Methoden mit einem Schwerpunkt in Richtung struktureller und elektronischer Charakterisierung, um das unterschiedliche Verhalten der verwendeten Materialien in Bezug auf Kristallstrukturen (Diffraction, Strukturverfeinerung) und lokaler Struktur (NMR, PDF, EXAFS) aufzuklären. *Operando* Analytik kommt als Werkzeug zum Einsatz, um die Zellen bei der „Arbeit“ zu beobachten und so Rückschlüsse auf die Materialauswahl zu treffen.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums geht zu 67% in die Gesamtnote ein. Eine zweite Note wird für das Praktikum vergeben und trägt 33% zur Gesamtnote bei.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden

Modul C204: Fortgeschrittene Methoden in der Physikalischen Chemie der Polymere

Lernziele:

Die Studenten werden in Theorie und Praxis fortgeschrittener mikroskopischer und Streumethoden eingeführt.

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesungen	2	SS
Praktikum	6/8	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Physikalische Chemie

Lerninhalte:

Die **Vorlesung** beinhaltet neue komplexe experimentelle Methoden, welche zur Untersuchung weicher Materie genutzt werden können. Beispielsweise werden Cryo-Transmissions-Elektronenmikroskopie, Raster-Elektronenmikroskopie, Raster-Kraftmikroskopie (AFM), AFM-Kraftspektroskopie, der Surface-Forces-Apparat (SFA), Totale-Interne-Reflexions-Mikroskopie (TIRM), Fluoreszenz-Mikroskopische Methoden (z.B. Fluoreszenz-Korrelations-Spektroskopie), Streumethoden (z.B. Neutronen-Spin-Echo Techniken (NSE), Röntgen-Kleinwinkelstreuung unter streifendem Einfall (GISAXS)) and Röntgen Photon Korrelations-Spektroskopie (X-PCS) behandelt.

Das **Praktikum** wird in den Arbeitsgruppen der Physikalischen Chemie durchgeführt und bietet eine praktische Einführung in die Benutzung moderner Spektroskopie-, Mikroskopie- und Streumethoden.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Die Benotung erfolgt aufgrund einer mündlichen (oder schriftlichen) Prüfung zu den Vorlesungsinhalten nach dem zweiten Semester. Diese Prüfung trägt 50% zur Note bei. Das Praktikum wird durch den Mittelwert von 3 unabhängigen Noten bewertet: Leistung bei der praktischen Durchführung, einem schriftlichen Bericht und einem Seminar und trägt ebenfalls 50% zur Note bei.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C205: Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung

Lernziele:

Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung sind Schlüsselkomponenten zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie zur Detektion und Reduktion von Schadstoffen. So wurden in den letzten Jahren Brennstoffzellen immer weiter entwickelt, Abgasreinigungskatalysatoren wurden immer wirkungsvoller und Gassensoren immer kleiner, besser und billiger. Dieses Modul hat nicht nur Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung zum Inhalt sondern geht auch auf den Systemaspekt ein. Die Arbeitsgruppe ist auf diesen Gebieten aktiv und kann daher den Studenten einen Einblick in aktuelle Forschungsgebiete bieten.

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	SS
Praktikum	6/8*	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Lehrstuhl für Funktionsmaterialien

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** werden die Grundlagen von Funktionsmaterialien für die Sensorik, Katalyse und Energiewandlung gelegt. Dabei stellt sich heraus, dass es sowohl Materialien gibt, die aufgrund ihrer Volumeneigenschaften Anwendung finden, als auch Materialien, bei denen innere oder äußere Oberflächen für ihre Funktion entscheidend sind. Aufbauend auf diesen Grundlagen nimmt der Einsatz dieser Materialien einen breiten Raum ein. Dabei spielt die Position des Werkstoffs im Gesamtsystem eine wichtige Rolle.

Das zugehörige **Praktikum** findet in der Arbeitsgruppe des Lehrstuhl für Funktionsmaterialien statt. Dabei lernen die Studenten unter Anleitung von erfahrenen Wissenschaftlern die Herstellung von Materialien und Bauteilen, deren elektrische und katalytische Charakterisierung sowie den Einsatz und die Anwendung dieser Materialien. Besonders vertieft wird der Einsatz der Materialien im Bereich der Gassensorik.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine mündliche Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums nach dem ersten Semester geht zu 67 % in die Gesamtnote ein. Eine zweite Note wird für das Praktikum vergeben und trägt 33 % zur Gesamtnote bei.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C105: Organische Synthese

Lernziele:

Vermittelt werden die Methoden, Konzepte und Reaktionen der modernen organischen Synthese auf fortgeschrittenem Niveau.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung Organische Synthese	2	WS
Mitarbeiterpraktikum zur Organischen Synthese	6/8*	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Lehrstuhl für Organische Chemie

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** Organische Synthese werden exemplarisch wichtige Reaktionen und Methoden aus folgenden Gebieten behandelt: Stereoselektive Synthese von (*Z*)- und (*E*)-Alkenen; Regio- und stereoselektive elektrophile Additionen an Alkene; Darstellung von sp³-Zentren durch Diels-Alder Reaktionen; 1,3-dipolare Cycloadditionen und sigmatrope Umlagerungen; stereoselektive katalytische Oxofunktionalisierungen (Sharpless Epoxidierung, vicinale Dihydroxylierung); Pd-katalysierte C–C-Verknüpfungen; stereoselektive Synthese mit Auxiliaren; Chiral Pool; Biokatalyse; Organokatalyse.

Im **Praktikum** werden ausgewählte Reaktionen und Methoden im Kontext eines größeren Forschungsprojekts in einem Arbeitskreis der beteiligten Dozenten bearbeitet und die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine benotete mündliche oder schriftliche Prüfung zur Vorlesung (60% d. Gesamtnote) sowie die Bewertung des Praktikums (40% d. Gesamtnote). Die Modulnote wird erst nach erfolgreicher Absolvierung aller Veranstaltungen des Moduls erteilt.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Für die insgesamt 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen der Praktika anfallende Arbeitsbelastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Gesamtbelastung: 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7*

* Das Modul kann **nur** mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP absolviert werden. Es kann daher bei Studienbeginn im Sommersemester nicht gewählt werden.

Modul C106: Polymersynthese

Lernziele:

Das Hauptziel dieses Moduls ist die Vermittlung von Grundwissen über verschiedene Polymerisationsmethoden und der theoretische Hintergrund. Außerdem erwerben die Studenten Kenntnisse im Bereich von Synthese und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter technischer Kunststoffe und Hochleistungspolymere. Im Praktikum erlernen die Studenten an Hand ausgewählter Experimente die praktische Durchführung von Polymerisationsreaktionen.

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	WS
Praktikum	6	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Makromolekulare Chemie

Lerninhalte:

Die **Vorlesung** vermittelt umfassendes Wissen über die grundlegenden Polymerisationstechniken einschließlich radikaler Polymerisation, kationischer und anionischer Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition. Ein besonderer Schwerpunkt wird auf die modernen synthetischen Prozesse gesetzt. Außerdem werden ausgewählte Polymere für spezielle Anwendungen, wie Polyurethane, Polycarbonate und Fluoropolymere, vorgestellt.

Im **Praktikum** wird mittels ausgewählter Experimente aus den Bereichen Copolymerisation, kontrollierte radikale Polymerisation, anionische Polymerisation und Polykondensation das Wissen über verschiedene Polymerisationstechniken vertieft. Die vorbereiteten Polymere werden durch Methoden wie GPC, MALDI-TOF und Viskosimetrie charakterisiert.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Eine schriftliche (oder mündliche) Prüfung über die Inhalte der Vorlesung und des Praktikums nach dem ersten Semester geht zu 60 % in die Gesamtnote ein. Eine zweite Note wird für das Praktikum vergeben und trägt 40% zur Gesamtnote bei. Die Art der Prüfung (schriftlich oder mündlich) und der Termin werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 SWS für die Vorlesung wird 1 Stunde für die Nachbereitung veranschlagt. Entsprechend sind 3 weitere Stunden für die Vorbereitung der Experimente und der Protokolle des Praktikums nötig. Bei 15 Wochen pro Semester beläuft sich dies auf 180 Stunden. Zusammen mit den 30 Stunden Vorbereitung der Abschlussprüfung beträgt der Arbeitsaufwand für das gesamte Semester 210 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7*

* Das Modul kann **nur** mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP absolviert werden. Es kann daher bei Studienbeginn im Sommersemester nicht gewählt werden.

Module C107: Biomaterialien

Lernziele:

Von der Natur inspirierte Materialien und Werkstoffe bilden die Grundlage dieser Veranstaltung. Die Studierenden sollen Möglichkeiten der Umsetzung und Erforschung von Biopolymeren erlernen und einen umfassenden Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse und industrielle Nutzung erhalten. Dabei spielt die mechanische und strukturelle Analyse der zugrunde liegenden Makromoleküle eine große Rolle. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Biomineralisation.

Lehrformen und Zeiten:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	WS
Praktikum	6/8*	WS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Wintersemester

Verantwortlich: Lehrstuhl für Biomaterialien / FAN

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** wird die Anwendung von Nukleinsäuren, Lipiden und Proteinen in Nanotechnologie, Pharmakologie und Industrie besprochen; Betrachtung der wissenschaftlichen Grundlagen der natürlichen Assemblierung von Makromolekülen, von Biomineralisationsprozessen und deren technischer Nachahmung. Behandelt werden u. a. folgende Methoden: Feldflussfraktionierung, CD-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, UV-Vis-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, AFM, EM, Fluoreszenzmikroskopie, mechanische Testmaschinen, HPLC, molekularbiologische und mikrobiologische Arbeitsmethoden.

Im **Praktikum** sollen die in der Vorlesung theoretisch erlernten Methoden praktisch am Beispiel von Spinnenseiden, Muschelkollagenen und Hefeprioproteinen umgesetzt werden.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Der Leistungsnachweis erfolgt über eine mündliche oder schriftliche Prüfung (Gewichtung 60 %) und der Benotung des Praktikums (Protokoll und praktische Durchführung) (Gewichtung 40%).

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C206: Vom Makromolekül zum Material

Lernziele:

Dieses Modul ermöglicht es Studierenden, Makromoleküle mit definierten Architekturen auf Grundlage fortschrittlicher Polymerisationstechniken mit speziellen Materialeigenschaften und -funktionen zu designen. In diesem Zusammenhang lernen die Studierenden die Lösungs- und Feststoffeigenschaften von Polymeren in Kombination mit Verarbeitungsverfahren kennen.

Lehrformen und Zeiten:

Das Modul C 206 besteht aus den folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	SS
Praktikum	6/8	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Das Modul wird von den Dozenten der Makromolekularen Chemie angeboten.

Lerninhalte:

Die Vorlesung behandelt Mechanismen lebender / kontrollierter Polymerisationen (anionisch, kationisch, radikalisch, koordinativ, ringöffnend), ‚makromolekulares Engineering‘ und die Verarbeitung von Materialien. Dies umfasst die Synthese und Eigenschaften verschiedener Polymerarchitekturen, wie Block- und Pfropfcopolymere, sternförmige und hypervverzweigte Polymere, organische und Hybridnanopartikel, sowie flüssigkristalline und selbstorganisierte Systeme.

Das zugehörige Praktikum wird in Zusammenarbeit mit einem Doktoranden oder Postdoc in einer der Arbeitsgruppen der Makromolekularen Chemie durchgeführt. Es umfasst die Synthese von Funktionsmaterialien und Charakterisierung von deren Materialeigenschaften und -funktionen.

Teilnahmevoraussetzungen:

Teilnahme an P101 (Polymersynthese).

Leistungsnachweis:

Eine schriftliche (oder mündliche) Prüfung über den Inhalt der Vorlesung im Anschluss an das 2. Semester trägt zu 50% zur Note bei. Das Praktikum wird mit weiteren 50% als Durchschnitt dreier unabhängiger Noten bewertet: praktische Durchführung, schriftlicher Bericht und ein Seminarvortrag.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C207: Angewandte Funktionspolymere

Lernziele:

In den letzten Jahrzehnten haben sich Polymere erfolgreich zahlreiche neue Anwendungsfelder erschlossen und dabei andere Materialien verdrängt. In diesem Modul erlernen die Studenten das Design, die Synthese und typische Struktur-Eigenschaftsbeziehungen neuer Funktionspolymere. Da eine Reihe von Arbeitsgruppen an der Universität Bayreuth auf diesem Gebiet aktiv sind, erhalten die Studenten einen Einblick in aktuelle Forschungsgebiete.

Lehrformen und Zeiten:

Das Modul C 207 besteht aus den folgenden Lehrveranstaltungen:

	SWS	Semester
Vorlesung	2	SS
Praktikum	6/8	SS

Zeitlicher Umfang: Ein Semester; nur Sommersemester

Verantwortlich: Das Modul wird von den Dozenten der Makromolekularen Chemie angeboten.

Lerninhalte:

In der **Vorlesung** werden Design, Synthese und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Funktionspolymeren und verwandten niedermolekularen Materialien vorgestellt. Dabei wird auf moderne Anwendungen dieser Polymere in den Bereichen Displaytechnologie, Photolithographie, Datenspeicherung, Solarzellen und organische Elektronik näher eingegangen.

Das zugehörige **Praktikum** findet in einer der Arbeitsgruppen der Makromolekularen Chemie statt. Dabei lernen die Studenten unter Anleitung eines Doktoranden oder Postdocs die Synthese, die physikalische Charakterisierung und die Anwendung neuer Materialien.

Teilnahmevoraussetzungen:

Teilnahme an P101 (Polymersynthese).

Leistungsnachweis:

Eine schriftliche (oder mündliche) Prüfung über den Inhalt der Vorlesung im Anschluss an das 2. Semester trägt zu 50% zur Note bei. Das Praktikum wird mit weiteren 50% als Durchschnitt dreier unabhängiger Noten bewertet: praktische Durchführung, schriftlicher Bericht und ein Seminarvortrag.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Zusätzlich zu den 2 Vorlesungsstunden fallen 2 Stunden an Vor- und Nachbereitung an. Bei 15 Wochen pro Semester ergibt sich eine Arbeitsbelastung von 60 Stunden. Die im Rahmen des Praktikums anfallende Belastung beträgt 120/180 Stunden. Hinzu kommen 30 Stunden zur Prüfungsvorbereitung. Dies führt zu einer Gesamtbelastung von 210/270 Stunden..

ECTS Leistungspunkte: 7/9*

* Das Modul kann je nach Studienbeginn im 1. Fachsemester mit kurzem Praktikum und insgesamt 7 LP, oder im 2. Fachsemester mit langem Praktikum und insgesamt 9 LP absolviert werden.

Modul C210: Forschungsplan (Research Proposal)

Lernziele:

Die Studierenden sollen Kernkompetenzen für eigenständige wissenschaftliche Forschung erwerben, indem sie angeleitet werden, ihre Projekte zu planen, sich die wissenschaftliche Literatur zu erarbeiten und Forschungsergebnisse und -vorhaben in mündlicher und schriftlicher Form zu präsentieren.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Fachsemester
Forschungsseminar	1	2
Erstellen eines schriftlichen Forschungsplans	8	2

Zeitlicher Umfang: Ein Semester

Verantwortlich: Dozenten der Chemie

Lerninhalte:

Vor Beginn der Masterarbeit erstellen die Studierenden einen Forschungsplan ("Research Proposal"), in dem das Forschungsfeld der geplanten Arbeit beschrieben und die wissenschaftliche Fragestellung und die experimentelle Herangehensweise schriftlich skizziert werden, um Kompetenzen in der Planung wissenschaftlicher Projekte zu erwerben. Dabei werden sie angeleitet, sich die Grundlagen des Forschungsgebiets und der experimentellen Methodik anhand der wissenschaftlichen Literatur selbständig zu erarbeiten. Der Forschungsplan und bereits erzielte Ergebnisse aus Forschungspraktika werden in einem Seminar vorgestellt, um Fähigkeiten in der Präsentationstechnik zu schulen.

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Leistungsnachweis:

Vortrag im Forschungsseminar (34% der Gesamtnote), benoteter schriftlicher Forschungsplan (66% der Gesamtnote).

Studentischer Arbeitsaufwand:

Die Arbeitsbelastung für das Forschungsseminar beträgt inkl. Vor- und Nachbereitung 30 Stunden. Für die Erstellung des Forschungsplans sind insgesamt 120 Stunden vorgesehen. Gesamtbelastung: 150 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 5

Forschungsmodule C301 und C302

Lernziele:

Die Studierenden sollen einen Einblick in die Forschungspraxis chemisch arbeitender Gruppen erhalten. Zudem sollen sie durch eigenständige Laborarbeit unter Anleitung experimentelle Fähigkeiten erwerben, und es sollen Teamfähigkeit geübt und Präsentationstechniken erworben und erprobt werden.

Lehrformen und -zeiten:

	SWS	Fachsemester
Bearbeitung eines Forschungsprojekts,	19	3/4
Teilnahme am Arbeitsgruppenseminar	1	3/4

Zeitlicher Umfang: Ein bis zwei Semester

Verantwortlich: Dozenten der Chemie

Lerninhalte*:

Die Lerninhalte betreffen die aktuellen Forschungsprojekte der jeweils gewählten Arbeitsgruppe. Das Modul beinhaltet experimentelle Arbeit, Literaturarbeit, Teilnahme an den Arbeitsgruppenseminaren mit Vortrag und Erstellung eines Protokolls.

Teilnahmevoraussetzungen:

Die erfolgreiche Absolvierung eines Fachmoduls im Fach des Forschungsmoduls wird empfohlen.

Leistungsnachweis*:

Benotetes Protokoll und Vortrag im Arbeitsgruppenseminar.

Studentischer Arbeitsaufwand*:

350 Stunden Labor- und Literaturarbeit und Seminarteilnahme, 100 Stunden Vor- und Nachbereitung. Gesamtbelastung: 450 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 15

* Für im Ausland oder in der Industrie absolvierte Forschungsmodule ist die Äquivalenz der erbrachten Arbeitsleistung, dem Umfang und dem Inhalt nach, schriftlich vom jeweiligen Betreuer zu bestätigen. Es muss außerdem ein benotetes Protokoll hierüber beim Prüfungsausschuss vorgelegt werden.

Modul C400: Masterarbeit

Lernziele:

Die Studierenden sollen ein Forschungsprojekt unter Anleitung in Eigenverantwortung bearbeiten und die Ergebnisse schriftlich niederlegen.

Lehrformen und -zeiten:

	Stunden	Fachsemester
Bearbeitung eines Forschungsprojekts und Abfassen einer schriftlichen Arbeit	900	3/4

Zeitlicher Umfang: Ein bis zwei Semester

Verantwortlich: Dozenten der Chemie

Lerninhalte:

Die Lerninhalte betreffen die aktuellen Forschungsprojekte der gewählten Arbeitsgruppe.

Teilnahmevoraussetzungen:

Die erfolgreiche Absolvierung eines Forschungsmoduls im Fach der Masterarbeit wird empfohlen.

Leistungsnachweis:

Vorlage der schriftlichen Fassung der Masterarbeit.

Studentischer Arbeitsaufwand:

Gesamtbelastung: 900 Stunden.

ECTS Leistungspunkte: 30

Anhang 1: Modulübersicht des Masterstudiengangs „Materialchemie und Katalyse“ an der Universität Bayreuth

1. Semester bei Winterbeginn* (28 LP)

Wintermodule C101 – C107	Modul C101	Modul C102	Modul C103	Modul C104
	Feste Anorganische Materialien: Nanochemie	Metallorganische Komplekxkatalyse	Elektrochemische Energiesysteme und –materialien	Kolloide und Grenzflächen
	7/9 LP	7/9 LP	7/9 LP	7 LP
	V 2 SWS P 6/8 SWS	V 2 SWS P 6/8 SWS	V 2 SWS P 6/8 SWS	V 2 SWS P 6 SWS
Modul C105	Modul C106	Modul C107		
Organische Synthese	Polymer-synthese	Biomaterialien		
7 LP	7 LP	7/9 LP		
V 2 SWS P 6 SWS	V 2 SWS P 6 SWS	V 2 SWS P 6/8 SWS		

* Das Studium kann im Winter- oder Sommersemester aufgenommen werden. **Winterbeginner** wählen im ersten Fachsemester vier Module zu je 7 LP aus, jedoch jeweils mindestens ein Modul aus den Bereichen „Anorganische Chemie“ (C101-C102), „Kolloide und Werkstoffe“ (C103-C104) und „Organische Chemie und Makromolekulare Materialien“ (C105-C107). Ein Modul kann aus dem weiteren Angebot dieses Studiengangs oder anderer chemischer Masterstudiengänge belegt werden. **Sommerbeginner** wählen im zweiten Fachsemester drei Module mit längerem Praktikum zu je 9 LP aus dem Angebot der Wintermodule aus. Module, die nur mit 7 LP aufgeführt werden, können entsprechend im zweiten Fachsemester nicht gewählt werden.

[V = Vorlesung; Ü = Übung; S = Seminar; P = Praktikum. SWS = Semesterwochenstunden]

2. Semester bei Winterbeginn* (32 LP)

Sommermodule C201 – C207	Modul C201	Modul C202		Modul C204
	Feste Anorganische Materialien: Eigenschaften und Anwendungen	Katalysatordesign		Fortgeschrittene Methoden in der Physikalischen Chemie der Polymere
	9/7 LP	9/7 LP		9/7 LP
	V 2 SWS P 8/6 SWS	V 2 SWS P 8/6 SWS		V 2 SWS P 8/6 SWS
Modul C205	Modul C206	Modul C207		
Werkstoffe für Sensorik, Katalyse und Energiewandlung	Polymer-architekturen	Hochleistungs-polymere		
9/7 LP	9/7 LP	9/7 LP		
V 2 SWS P 8/6 SWS	V 2 SWS P 8/6 SWS	V 2 SWS P 8/6 SWS		

* **Winterbeginner** wählen im zweiten Fachsemester drei Module mit langem Praktikum zu je 9 LP aus. Zusätzlich wird im Rahmen eines vierten Moduls (C210) im Umfang von 5 LP die Planung eines eigenen Forschungsprojekts (Research Proposal) durchgeführt. **Sommerbeginner** wählen im ersten Fachsemester vier Module mit kurzem Praktikum zu je 7 LP aus dem Angebot der Sommermodule aus, jedoch jeweils mindestens ein Modul aus den Bereichen „Anorganische Chemie“ (C201-C202), „Kolloide und Werkstoffe“ (C204-C205) und „Organische Chemie und Makromolekulare Materialien“ (C206-C207). Ein Modul kann aus dem weiteren Angebot dieses Studiengangs oder anderer chemischer Masterstudiengänge belegt werden. Die Module C206 und C207 setzen zwingend C106 voraus und können daher i.d.R. bei Sommerbeginnern nicht gewählt werden.

[V = Vorlesung; Ü = Übung; S = Seminar; P = Praktikum. SWS = Semesterwochenstunden]

Modul	Modul C210
	Forschungsplan
	5 LP
	9 SWS

3. und 4. Semester (60 LP inklusive Masterarbeit)

Forschungs- module *	Modul C301	Modul C302
	Forschungsmodul I	Forschungsmodul II
	15 LP	15 LP
	P 19 SWS S 1 SWS	P 19 SWS S 1 SWS

* Aus dem Angebot der im ersten Studienjahr belegten Fächer. Eines dieser Module kann auch an einer ausländischen Hochschule oder als Industriepraktikum durchgeführt werden.

Modul	Modul C400
	Masterarbeit
	30 LP
	900 Arbeitsstunden