

universität freiburg

Fakultät für Chemie und Pharmazie  
Technische Fakultät

# Modulhandbuch

**Master of Science (M.Sc.) im Fach Sustainable Materials -  
Profillinie Functional Materials**

Hauptfach (Prüfungsordnungsversion 2023)

Stand April 2024

---


# Inhaltsverzeichnis

<b>Prolog</b> .....	3
<b>Modul- und Veranstaltungsbeschreibungen</b>	
<b>Module des Pflichtbereichs</b>	
Lecture Series Methods of Chemistry / Ringvorlesung Methoden der Chemie .....	9
Organic Functional Materials / Organische Funktionsmaterialien .....	12
Sustainability / Nachhaltigkeit .....	15
Engineering of Functional Materials / Funktionswerkstoffe für Ingenieur Anwendungen .....	19
Lab Course Engineering / Methodenpraktikum .....	22
Inorganic Functional Materials / Anorganische Funktionsmaterialien .....	25
Lecture Series Methods of Material Science / Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften .....	28
Master Module / Mastermodul .....	30
<b>Module des Wahlpflichtbereichs</b>	
Extension Field / Ergänzungsbereich .....	31
Methods and Concepts / Methoden und Konzepte .....	53
Advanced Lab / Vertiefungspraktikum .....	55
Research Lab / Forschungspraktikum .....	58
<b>Epilog</b> .....	60

## Prolog

Fach	Sustainable Materials – Profillinie Functional Materials
Abschluss	Master of Science (M.Sc.)
Prüfungsordnungs- version	2023
Studienform	Vollzeit
Regelstudienzeit	4 Semester
Studienbeginn	Wintersemester
Hochschule	Albert- Ludwigs- Universität Freiburg
Fakultät	Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technischer Fakultät
Homepage	<a href="http://www.cup.uni-freiburg.de/de/chemie/studium_chemie">www.cup.uni-freiburg.de/de/chemie/studium_chemie</a>
Profil des Studiengangs	<p>Der Masterstudiengang Sustainable Materials ist forschungsorientiert und konsekutiv.</p> <p>Der Masterstudiengang Sustainable Materials vermittelt methodische und praktische Kompetenzen sowie vertiefte fachliche Kenntnisse in verschiedenen Fachgebieten der Materialwissenschaften. Der Studiengang ist interdisziplinär zwischen der Chemie und der Technischen Fakultät angesiedelt. Die Profillinie „Functional Materials“ qualifiziert Studierende mit einem Bachelorabschluss aus der Chemie oder den Materialwissenschaften für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich nachhaltiger Funktionsmaterialien und Technologien.</p> <p>Das Studium ist eine Kombination aus Chemie, Material- und Ingenieurwissenschaften. Es wird sowohl Wissen über die Synthese von Funktionsmaterialien sowie über Charakterisierungsmethoden und konkrete Anwendungen vermittelt. Je nach ihren individuellen Vorkenntnissen belegen die Studierenden Lehrveranstaltungen zu den Grundlagen der Chemie beziehungsweise der Materialwissenschaften. Im Wahlbereich können die Studierenden entscheiden, ob sie den Schwerpunkt eher auf den Bereich der Chemie oder der Ingenieurwissenschaften legen wollen.</p> <p>In den ersten beiden Fachsemestern werden fachspezifische Veranstaltungen angeboten, die es den Studierenden mit BSc-Abschlüssen in Chemie bzw. den Material-/Ingenieurwissenschaften ermöglichen, ihr Grundlagenwissen auf beiden Gebieten anzugleichen und zu vertiefen.</p> <p>Für alle Studierende findet im ersten Semester ein gemeinsames chemisches Praktikum zur Synthese und der Charakterisierung von Funktionsmaterialien sowie darauf aufbauend der Herstellung funktionsfähiger Systeme (Devices) statt.</p> <p>Vorlesungen zu anorganischen und organischen Funktionsmaterialien für die nachhaltige Entwicklung sowie Veranstaltungen zu modernen Methoden zur Strukturaufklärung und zur Messung der physikalischen Eigenschaften von Funktionswerkstoffen in Theorie und Praxis stellen weitere Schwerpunkte des Studiengangs dar.</p> <p>Die Vorlesungen zu den Methoden sind als Ringvorlesungen von Dozenten aller am Studiengang beteiligter Fakultäten der Universität und Institute der Fraunhofer-Gesellschaft konzipiert. Das Praktikum ist durch die Strukturierung in Form von Stationen auf mehrere teilnehmende Institutionen einschließlich der Fraunhofer-Institute verteilt.</p> <p>Die Profilbildung erfolgt durch die Wahl entsprechender Vertiefungs- und Forschungspraktika. Das Vertiefungspraktikum kann hierbei sehr flexibel</p>

	<p>gestaltet werden: entweder wird das Praktikum analog zum Forschungspraktikum in einer Forschungsgruppe der am Studiengang beteiligten Institutionen (Institute der Universität sowie der Fraunhofer-Gesellschaft) absolviert oder die Studierenden wählen Veranstaltungen aus den Vertiefungsbereichen (Concentration Areas - CAs) des Studienganges M. Sc. Mikrosystemtechnik.</p>
Qualifikationsziele des Studiengangs	<p>Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges "Sustainable Materials – Profillinie Functional Materials"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verfügen über ein vertieftes chemisches und materialwissenschaftliches Fachwissen und Sicherheit in dessen Anwendung, so dass sie auch komplexe Probleme und Aufgabenstellungen im interdisziplinären Feld Chemie / Materialwissenschaften wissenschaftlich beschreiben, analysieren, bewerten, erfolgreich lösen und Ergebnisse kritisch hinterfragen können.</li> <li>- sind fähig, die zur Problemlösung benötigte Informationen zu identifizieren und zu beschaffen.</li> <li>- haben angemessene Kenntnisse experimenteller chemischer Synthese- und Charakterisierungsmethoden und verfügen über die Fertigkeit, experimentelle und/oder rechnergestützte Untersuchungen im Kontext zu planen und eigenständig durchzuführen, die dabei erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren und daraus Schlüsse zu ziehen. Sie sind in der Lage, auch unübliche Fragestellungen unter breiter Einbeziehung anderer Disziplinen zu erarbeiten, wobei der Schwerpunkt auf dem Verständnis der stofflichen Grundlagen funktioneller Materialien liegt (z.B. im Rahmen einer im Anschluss an das Masterstudium durchgeführten Promotion).</li> <li>- haben gemäß ihrer persönlichen Neigung tiefgehende Fachkenntnisse in einem von ihnen ausgewählten Spezialisierungsgebiet auf dem interdisziplinären Bereich Chemie/Materialwissenschaften erworben.</li> <li>- können neben der fachlichen Kompetenz Konzepte, Vorgehensweisen und Ergebnisse kommunizieren und diese im Team bearbeiten. Sie sind im Stande, sich in die Sprache und Begriffswelt benachbarter Fächer einzuarbeiten, um über Fachgebietsgrenzen hinweg mit Spezialisten aus dem hoch interdisziplinären Gebiet der funktionellen Materialien zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten.</li> </ul>
Sprache	Deutsch/Englisch
Zugangsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc.-Abschluss in Chemie, Physik, Mikrosystemtechnik, Materialtechnik oder Material- beziehungsweise Werkstoffwissenschaften. Mindestens 20 ECTS-Punkte müssen in Fachgebieten der Chemie oder der Material- beziehungsweise Werkstoffwissenschaften sowie insgesamt mindestens 15 weitere ECTS-Punkte in den Fächern Mathematik und Physik nachgewiesen werden</li> <li>- Kenntnisse der deutschen Sprache auf dem Niveau B2 und der englischen Sprache auf Niveau B2 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen.</li> <li>- Details des Bewerbungs- und Zulassungsprozesses sind in der zugehörigen Zulassungsordnung geregelt (siehe „Satzungen“ im Eintrag „M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials“ auf der Website <a href="http://www.studium.uni-freiburg.de/de/studienangebot/master">www.studium.uni-freiburg.de/de/studienangebot/master</a>)</li> </ul>

---

## Verzeichnis der Abkürzungen

<b>B.Sc.</b>	Bachelor of Science
<b>HISinOne</b>	<a href="#">Campus Management-Portal</a> an der Universität Freiburg (enthält Vorlesungsverzeichnis und Studienplaner, sowie Leistungsübersichten und Prüfungsanmeldemöglichkeit)
<b>ILIAS</b>	<a href="#">Zentrale Lernplattform</a> der Universität Freiburg
<b>PL</b>	Prüfungsleistung (benotete Leistung, geht in die Endnote ein)
<b>SL</b>	Studienleistung (mit oder ohne Note, geht in jedem Fall aber nicht in die Endnote ein)
<b>V</b>	Vorlesung
<b>Ü</b>	Übung
<b>S</b>	Seminar
<b>Pr</b>	Praktikum
<b>ECTS</b>	Leistungspunkte gemäß dem European Credit Transfer and Accumulation System (1 ECTS entspricht ungefähr einer Arbeitsbelastung der Studierenden von 30 Stunden)
<b>SWS</b>	Semesterwochenstunden (1 SWS entspricht einer Veranstaltung von 45 Minuten Dauer, die in der Vorlesungszeit eines Semester wöchentlich, also ~13-15 mal stattfindet)

## Struktur und Aufbau des Studiengangs

Der Master of Science Studiengang „Sustainable Materials – Profillinie Functional Materials“ hat einen Leistungsumfang von 120 ECTS-Punkten und gliedert sich gemäß Prüfungsordnung in die in den folgenden Tabellen aufgeführten Pflicht- und Wahlpflichtmodule. Die Prüfungsordnung ist unter „Satzungen“ im Eintrag „M.Sc. Sustainable Materials“ über die Website [www.studium.uni-freiburg.de/de/studienangebot/master](http://www.studium.uni-freiburg.de/de/studienangebot/master) abrufbar.

### Pflichtmodule der Profillinie Functional Materials

Modul	Art	SWS	ECTS-Punkte	Semester	Studienleistung/ Prüfungsleistung
Lecture Series Methods of Chemistry/ Ringvorlesung Methoden der Chemie	V+Ü	3	3	1	SL
Organic Functional Materials/ Organische Funktionsmaterialien	V+Pr	5	6	1	SL PL: mündliche Prüfung schriftliche Ausarbeitung, mündliche Präsentation und praktische Leistung
Sustainability/Nachhaltigkeit	V+Ü+S	5	6	1 und 2	SL
Engineering of Functional Materials/ Funktionswerkstoffe für Ingenieur- wendungen	V+Pr	5	6	1 oder 2	SL PL: mündliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung, mündliche Präsentation und praktische Leistung
Lab Course Engineering/ Methodenpraktikum	V+Pr	4-5	6	1 oder 2	SL PL: mündliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung, mündliche Präsentation und praktische Leistung
Inorganic Functional Materials/ Anorganische Funktionsmaterialien	V+Pr	5	6	2	SL PL: mündliche Prüfung, schriftliche Ausarbeitung, mündliche Präsentation und praktische Leistung
Lecture Series Methods of Material Science/Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften	V	3	3	2	SL
Master Module/Mastermodul			30	4	PL: Masterarbeit

## Wahlpflichtmodule der Profillinie Functional Materials

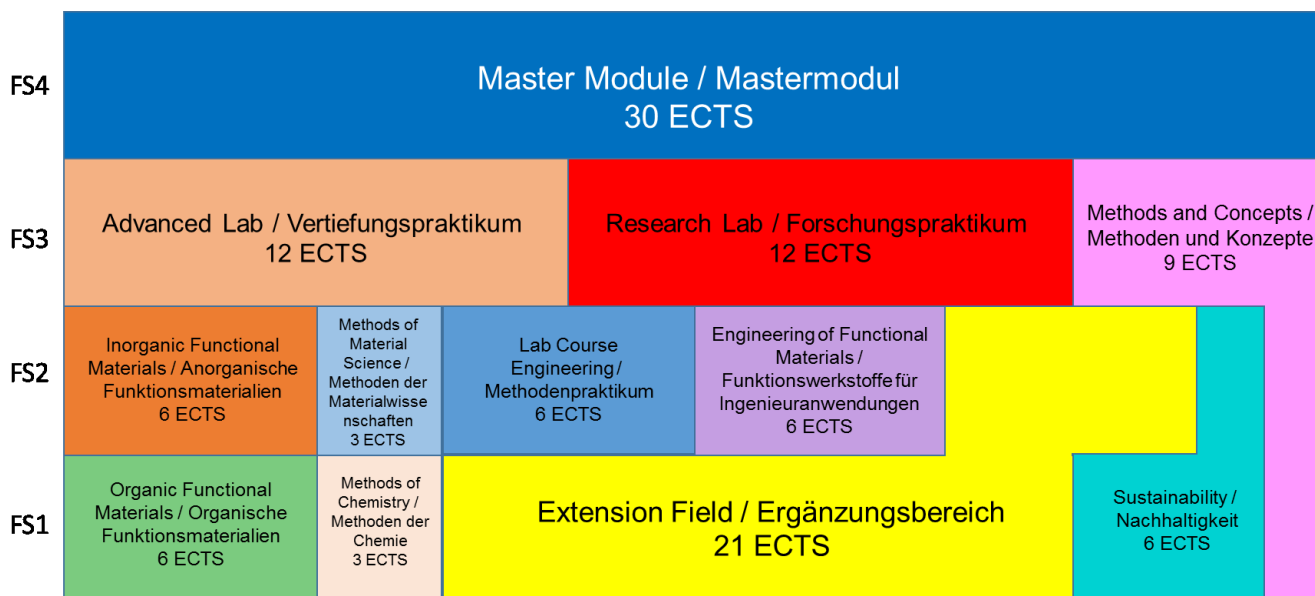
Modul	Art	SWS	ECTS-Punkte	Semester	Studienleistung/ Prüfungsleistung
Extension Field/Ergänzungsbereich	V+Ü		21	1 und 2	PL: Klausur und/oder mündliche Prüfung
Methods and Concepts/ Methoden und Konzepte	variabel		9	1 bis 3	SL
Advanced Lab/Vertiefungspraktikum	Pr		12	3	PL: schriftliche Ausarbeitung oder mündliche Präsentation
Research Lab/Forschungspraktikum	Pr		12	3	SL

Abkürzungen in den Tabellen:

Art = Art der Lehrveranstaltung; SWS = vorgesehene Semesterwochenstundenzahl; Semester = empfohlenes Fachsemester bei Aufnahme des Studiums zum Wintersemester; Pr = Praktikum; S = Seminar; Ü = Übung; V = Vorlesung; PL = Prüfungsleistung; SL= Studienleistung

## Studienverlauf

Es ist sinnvoll, das Studium gemäß der in den obigen Tabellen genannten empfohlenen Reihenfolge der Fachsemester zu absolvieren. Die folgende Abbildung stellt den empfohlenen Studienverlauf modellhaft dar:



## Lehr-/Lernformen

Die Lehrveranstaltungen bestehen aus Vorlesungen und Praktika. Vorlesungen werden teilweise durch Übungen, Laborpraktika teilweise durch Seminare ergänzt.

---

## Prüfungsarten und -formate

### Vorlesungen

Vorlesungs- Module schließen mit einer Prüfung in Form einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung ab. Eine Klausur hat eine Dauer von 90 bis 120 Minuten, eine mündliche Prüfung dauert maximal 30 Minuten.

### Praktika

Die Modulnoten für Laborpraktika ergeben sich aus praktischen, schriftlichen und mündlichen Leistungen:

- praktische Leistungen bestehen in der erfolgreichen Durchführung von Laborversuchen
- schriftliche Leistungen sind Protokolle, die u.a. Versuchsbeschreibungen, die Dokumentation der Versuchsdurchführungen, die erhaltenen experimentellen Ergebnisse sowie deren Diskussion enthalten.
- mündliche Leistungen sind Labortestate (in der Chemie meist „Kolloquien“ genannt), die in der Regel in Vor- und/oder Nachbesprechungen von ca. 15 Minuten Dauer zur Durchführung und den theoretischen Grundlagen des jeweiligen Laborversuchs bestehen.

Die genauen Leistungsanforderungen der jeweiligen Praktika finden sich ebenso wie die Zusammensetzung der Modulnoten in den jeweiligen Modulbeschreibungen.

## Studienleistungen

Studienleistungen in Praktika bestehend in der regelmäßigen Teilnahme gemäß § 13, Abs. 2 der Rahmenprüfungsordnung Master of Science, da die Kompetenzziele in praktischen Veranstaltungen nur in Präsenz erreicht werden können.

## Überfachliche Qualifikationsziele

In die Module des Masterstudiengangs Sustainable Materials ist der Erwerb überfachlicher Kompetenzen integriert:

- wissenschaftliches Arbeiten
- Fähigkeit zu selbstorganisiertem Lernen
- Kommunikationsfähigkeit / Vortragstechniken / Teamfähigkeit
- Analyse-, Problemlöse- und Entscheidungskompetenzen
- Abstraktionsvermögen / transferierbare Fähigkeiten
- gesellschaftliches Verantwortungsbewusstsein

## Berufliche Perspektiven

Nach Abschluss des Masterstudiengangs „Sustainable Materials – Functional Materials“ sind Absolventinnen und Absolventen befähigt, eine Promotion in einem der Teilgebiete der Chemie, der Materialwissenschaften oder eines angrenzenden Gebiets aufzunehmen oder in das Berufsleben einzusteigen. Mögliche Berufsfelder finden sich in Firmen, die sich im weitesten Sinne mit funktionellen Materialien befassen, an Forschungsinstituten, an Hochschulen, im öffentlichen Dienst oder in anderen Industriezweigen. Die Tätigkeitsfelder reichen von Forschung und Entwicklung über Management, Produktion, Umweltschutz und Vertrieb bis hin zu Marketing oder Beratung.



## Modul- und Veranstaltungsbeschreibungen: Pflichtbereich

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lecture Series Methods of Chemistry / Ringvorlesung Methoden der Chemie	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Harald Hillebrecht, Prof. Dr. Anna Fischer	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	45
Selbststudium (in Stunden)	45
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Lecture Series Methods of Chemistry / Ringvorlesung Methoden der Chemie	V	P	2	2	60
Exercise Methods of Chemistry / Übung Methoden der Chemie	Ü	P	1	1	30

Qualifikationsziele des Moduls
Die Studierenden sind vertraut mit unterschiedlichen Synthesemethoden anorganischer Materialien unter besonderer Berücksichtigung von unterschiedlichen Längenskalen und Morphologien. Es liegt ein grundsätzliches Verständnis für die Charakterisierungsmethoden anorganischer Materialien vor unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenbeugung an Pulvern und den verschiedenen Möglichkeiten der Elektronenmikroskopie.
Zusammensetzung der Modulnote
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
<b>Veranstaltung</b>	
Lecture Series Methods of Chemistry / Ringvorlesung Methoden der Chemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	2
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	60
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	30
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch / Englisch

<b>Inhalt</b>
Synthesemethoden für anorganische Materialien (Festkörperreaktionen, CVD, PVD, ALD, Sol-Gel-Verfahren, Sintern, SPS); Grundlagen der Symmetrielehre und Kristallographie; Röntgenbeugung an Pulvern mit spezifischen Methoden für die Materialwissenschaften (Phasenanalyse, Datenbanken, Intensitätsberechnung, Textur, Teilchengröße, GISAXS); Thermische Analyse und Phasendiagramme; Schwingungsspektroskopie; Einführung in die Elektronenmikroskopie und Charakterisierung von nanostrukturierten Materialien mit den Methoden SEM, (HR)TEM und EDX.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Keine.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Paperpräsentation
<b>Literatur</b>
Begleitlektur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
<b>Veranstaltung</b>	
Exercise Methods of Chemistry / Übung Methoden der Chemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	(wird automatisch erzeugt)
<b>Fachbereich / Fakultät</b>	
Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	1
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	30
Präsenzstudium (in Stunden)	15
Selbststudium (in Stunden)	15
Semesterwochenstunden (SWS)	1
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch / Englisch

<b>Inhalt</b>
Diskussion ausgewählter Beispiele zu den in der Ringvorlesung präsentierten Inhalte..
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Keine.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine
<b>Literatur</b>
Begleitliteratur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organic Functional Materials / Organische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Dumele	
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180
Präsenzstudium (in Stunden)	90
Selbststudium (in Stunden)	90
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Vorlesung Organische Funktionsmaterialien	V	P	3	2	90
Praktikum Organische Funktionsmaterialien	Pr	P	3	3	90

Qualifikationsziele des Moduls
<p><b>Vorlesung:</b> Überblick über das Gebiet der organischen Funktionsmaterialien und Vorstellung ausgewählter Materialien wie konjugierte Oligomere und Polymere, Kohlenstoffmaterialien, redoxaktive Polymere und photochrome Systeme; Synthese, Eigenschaften und Anwendungen z.B. für die Photovoltaik, zur Detektion kleiner Moleküle und zur Ladungsspeicherung); Design funktionaler organischer Materialien und Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften; Zusammenhang zwischen molekularer Struktur von Verbindungen und Eigenschaften auf molekularer Ebene mit dem Funktionsmaterial im Anwendungssystem.</p> <p><b>Praktikum:</b> grundlegenden organische Syntheseprinzipien und Charakterisierungsmethoden für Funktionsmaterialien; wichtige Materialklassen und exemplarische Anwendungsmöglichkeiten.</p>
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ergibt sich je zu 50% aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung zur Vorlesung sowie zu 50% aus dem Praktikumsteil (Protokolle und Kolloquien)
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials, MSc Chemie

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organic Functional Materials / Organische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Vorlesung Organische Funktionsmaterialien	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht (P)
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
Überblick über das Gebiet der organischen Funktionsmaterialien und Vorstellung ausgewählter Materialien wie konjugierte Oligomere und Polymere, Kohlenstoffmaterialien, redoxaktive Polymere und photochrome Systeme; Synthese, Eigenschaften und Anwendungen z.B. für die Photovoltaik, zur Detektion kleiner Moleküle und zur Ladungsspeicherung); Design funktionaler organischer Materialien und Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften; Zusammenhang zwischen molekularer Struktur von Verbindungen und Eigenschaften auf molekularer Ebene mit dem Funktionsmaterial im Anwendungssystem.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
mündliche Prüfung.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
keine.
<b>Literatur</b>
Vorlesungsskript auf ILIAS, weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine. Grundkenntnisse der organischen Chemie, besonders der Aromatenchemie, sind von Vorteil.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Organic Functional Materials / Organische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Praktikum Organische Funktionsmaterialien	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	60
Selbststudium (in Stunden)	30
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester, zweiwöchige Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit zwischen Winter- und Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalt</b>
In diesem Praktikum werden die in der Vorlesung erlernten Konzepte in der Laborarbeit angewandt. Ca. sechs Beispiele für organische Funktionsmaterialien wie z.B. konjugierte Oligomere und Polymere, Kohlenstoffmaterialien, redoxaktive Polymere und photochrome Systeme werden synthetisiert, mit den erlernten Methoden auf molekularer Ebene charakterisiert und in ein Bauteil eingebaut.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
schriftliche Ausarbeitungen (Protokolle) und mündliche Präsentationen (Kolloquien) zu jedem Präparat, Gewichtung bei der Notenbildung für das Praktikum: 50% Protokolle und 50% Kolloquien.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
regelmäßige Anwesenheit, verpflichtende Teilnahme an Sicherheitseinweisung, Platzaus- und -abgabe, praktische Arbeit
<b>Literatur</b>
Praktikumsskript auf ILIAS, weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sustainability	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Laura Hartmann, Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180h
Präsenzstudium (in Stunden)	75
Selbststudium (in Stunden)	105
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	1 bis 2
Moduldauer	2 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	jährlich

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	PWP	ECTS	SWS	Workload
Sustainability and polymers	Vorlesung	P	2	1	60 h
Sustainability and polymers	Seminar	P	1	1	30 h
Sustainability in industry	Exkursion	P	3	3	90 h

Qualifikationsziele des Moduls
The students will learn about general concepts of sustainability and specifically about strategies - existing and developing - to strengthen and maintain a sustainable society based on modern materials. The focus is devoted to sustainable polymers and polymeric materials. A second focus is the importance of sustainability in a practical context. For this, excursions to selected companies and organizations show the participants how sustainability is represented in current processes, the selection of materials, waste management, product design, marketing, etc.
Zusammensetzung der Modulnote
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials und Polymer Sciences bilingual

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sustainability	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Sustainability and polymers	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	2
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	60
Präsenzstudium (in Stunden)	15
Selbststudium (in Stunden)	45
Semesterwochenstunden (SWS)	1
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Englisch

<b>Inhalt</b>
The lecture starts with a general introduction into sustainability (history, definitions, applicability) and will then focus on different opportunities for polymers to be or become sustainable and promote a sustainability society. This includes different methods for polymer recycling, polymer synthesis from renewable monomers, biodegradable polymers as well as comparisons with non-polymer materials like glass or wood. Information on current limits and challenges in making polymers sustainable will be provided as well as potential solutions studied both in industry and academia.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Keine
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine
<b>Literatur</b>
Literature will be provided through ILIAS.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
None.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sustainability	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Sustainability and polymers	
Veranstaltungsart	Nummer
Seminar	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	1
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	30
Präsenzstudium (in Stunden)	15
Selbststudium (in Stunden)	15
Semesterwochenstunden (SWS)	1
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Englisch

<b>Inhalt</b>
The students will choose a current topic or example of sustainable polymers or materials and based on recent literature will present their topic to the class in a 10 min presentation followed by a 5 min discussion.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
keine
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Presentation based on a current study/example for sustainable polymers or materials
<b>Literatur</b>
Literature will be provided through ILIAS.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sustainability	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Sustainability in industry	
Veranstaltungsart	Nummer
Exkursion	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	60
Selbststudium (in Stunden)	30
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch und Englisch

<b>Inhalt</b>
In Rahmen von Exkursionen zu Firmen und Organisationen werden den Studierenden praktisch relevante Aspekte der Nachhaltigkeit durch einen direkten Kontakt vermittelt. Themen sind dabei z.B. Auswahl und Einsatz nachhaltiger Materialien, die nachhaltige Konzeption von Produktionsprozesse, Life-Cycle-Analysen, Kreislaufwirtschaft, Produktdesign, Abfallmanagement, Marketing, Öffentlichkeitsarbeit... Bevorzugt sollen regionale Firmen und Organisationen besucht werden. Aktuelle Beispiele sind Pfizer, Aesculap, TDK, Sick, Endress+Hauser, Handelskammer Freiburg usw. Das Angebot variiert nach den jeweiligen Besuchsmöglichkeiten und kann jederzeit um neue Kooperationen und Kontakte ergänzt werden.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Keine.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Protokolle zu den einzelnen Exkursionen
<b>Literatur</b>
Unterlagen der Firmen und Organisationen
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Engineering of Functional Materials / Funktionswerkstoffe für Ingenieur Anwendungen	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Frank Balle, Dr.-Ing. Michael Becker	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180
Präsenzstudium (in Stunden)	60
Selbststudium (in Stunden)	120
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Empfohlenes Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Technische Funktionswerkstoffe	V	P	3	2	90
Technische Funktionswerkstoffe Praktikum / Lab Course Engineering Materials and Testing Methods	Pr	P	3	2	90

Qualifikationsziele des Moduls
In diesem Modul sollen die Studierenden werkstoffkundliche Grundlagen auffrischen bzw. vertiefen, um Ingenieurwerkstoffe für technische Anwendungen bewerten zu können. Sie sind nach erfolgreicher Teilnahme am Modul in der Lage, relevante Anforderungsprofile für technische Funktionswerkstoffe zu formulieren und hinsichtlich deren Wichtigkeit zu priorisieren. Sie kennen wichtige Prozesse und Verarbeitungsverfahren für Ingenieurwerkstoffe inklusive der Vor- und Nachteile ausgewählter technischer Funktionswerkstoffe und sind in der Lage, Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung (multi-) funktionaler Werkstoffeigenschaften zu erläutern. Auf Basis dieser theoretischen Grundlagen sind sie außerdem in forschungs- und anwendungsrelevanten Werkzeugen und Methoden praktisch geschult.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Note setzt sich zu 3/5 aus der mündlichen Prüfung (Teil 1) zur Modulveranstaltung „Technische Funktionswerkstoffe“ und zu 2/5 aus der mündlichen Prüfung (Teil 2) zur Modulveranstaltung „Lab Course Engineering Materials and Testing Methods“ zusammen, die in einer Gesamtprüfung umgesetzt wird.
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Engineering of Functional Materials / Funktionswerkstoffe für Ingenieur Anwendungen	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Technische Funktionswerkstoffe	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht (P)
Lehrsprache	deutsch

Inhalt
Die Veranstaltung beginnt mit den materialwissenschaftlichen Grundlagen zum Aufbau, der Struktur und den resultierenden Eigenschaften von Ingenieurwerkstoffen. Anschließend werden ingenieurwissenschaftliche Anforderungen an technische Funktionswerkstoffe erarbeitet – insbesondere im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte. Ausgewählte Werkstoffsysteme wie Werkstoffe mit Leitfunktion, Isolierfunktion, magnetischen und dielektrischen Funktionen werden in Bezug auf ihre Hauptanforderungen vorgestellt. Darüber hinaus werden technisch relevante Prozesse für Ingenieurwerkstoffe mit spezifischem Anforderungsprofil präsentiert. Dieser Themenkomplex umfasst Lehrinhalte und Anwendungsszenarien von Funktionswerkstoffen bzw. Funktionsschichten hinsichtlich Korrosionsschutz, Oxidationsschutz und Verschleißschutz und auch Werkstoffe zur Fertigungs- und Bearbeitungstechnik sowie Verbindungstechniken für Technische Funktionswerkstoffe. Im letzten Teil der Vorlesung werden multifunktionale Werkstoffkonzepte, zumeist auf Basis von Verbundwerkstoffen oder hybriden Werkstoffen bzw. Strukturen behandelt, die neben strukturellen Vorteilen als Besonderheit verschiedene Funktionen in einem System vereinen.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Mündliche Prüfung.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
Vorlesungsaufzeichnungen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Engineering of Functional Materials / Funktionswerkstoffe für Ingenieurwendungen	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Lab Course Engineering Materials and Testing Methods	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	24
Selbststudium (in Stunden)	66
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch / Englisch

<b>Inhalt</b>
<p>Das Praktikum greift ausgewählte Themen und Methoden zur Charakterisierung, Bewertung und auch Verarbeitung von Ingenieurwerkstoffen der Vorlesung "Technische Funktionswerkstoffe" auf. Die Studierenden haben die Möglichkeit, forschungs- und anwendungsrelevante Werkzeuge und Methoden praktisch kennen zu lernen, um den theoretischen Hintergrund zu untermauern.</p> <p>Das Praktikum setzt sich aus verschiedenen Einzelversuchen zusammen, zu deren Vorbereitung jeweils eine Einführungsveranstaltung (je 1h) angeboten wird. Zu Beginn jedes Versuches findet ein mündliches Kolloquium statt, um die notwendigen Grundlagen zur Versuchsdurchführung abzufragen. Dieses Kolloquium muss von allen Teilnehmenden bestanden werden, um den Versuch durchführen zu dürfen. Es besteht die Möglichkeit maximal zwei Versuche zu wiederholen. Das Praktikum gilt als bestanden, wenn alle max. 8 Versuche erfolgreich absolviert wurden.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
mündliche Prüfung in Kombination mit der begleitenden Vorlesung „Technische Funktionswerkstoffe“
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Praktische Arbeit, schriftliche Ausarbeitungen (Protokolle), mündliche Präsentationen (Kolloquien)
<b>Literatur</b>
Praktikumsskript auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lab Course Engineering / Methodenpraktikum	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Claas Müller, Dr. Jochen Kieninger	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180
Präsenzstudium (in Stunden)	65
Selbststudium (in Stunden)	115
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Einführung ins Praktikum Methoden der Materialwissenschaften	V	P	1	1	30
Praktikum Methoden der Materialwissenschaften	Pr	P	5	4	150

Qualifikationsziele des Moduls
Wissen über die wichtigsten Eigenschaften und Phänomene der Funktionswerkstoffe. Zusammenhänge zwischen theoretischen Modellvorstellungen, Herstellverfahren und Charakterisierungsmethoden von Metallen, Keramiken, Polymeren und Komposit-Werkstoffen.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ergibt sich je zu 50% aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung zur Vorlesung sowie zu 50% aus den Prüfungsleistungen zum Praktikumsteil
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lab Course Engineering / Methodenpraktikum	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung ins Praktikum Methoden der Materialwissenschaften	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	1
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	30
Präsenzstudium (in Stunden)	15
Selbststudium (in Stunden)	15
Semesterwochenstunden (SWS)	1
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In dieser Veranstaltung wird in das Praktikum Methoden der Materialwissenschaften eingeführt. Das Praktikum wird als Ringveranstaltung an unterschiedlichen Professuren des IMTEK durchgeführt. Das Spektrum an Versuchen vermittelt Methoden zur Herstellung und Charakterisierung elektro-mechanischer, bionischer und chemischer Funktionsmaterialien für Sensorsysteme.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
mündliche Prüfung
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine
<b>Literatur</b>
Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum Methoden der Materialwissenschaften	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Praktikum Methoden der Materialwissenschaften	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	5
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	150
Präsenzstudium (in Stunden)	50
Selbststudium (in Stunden)	100
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In diesem Praktikum werden den Studierenden theoretische sowie praktische Aspekte von grundlegenden Phänomenen der in der Mikrosystemtechnik gebräuchlichen Funktionsmaterialien anhand von zehn selbst durchgeführten Experimenten vermittelt. Der Fokus der Veranstaltung liegt auf der Anwendung von Funktionsmaterialien als mikrotechnisches „Device“. Das Praktikum wird als Ringveranstaltung an unterschiedlichen Professuren des IMTEK durchgeführt. Das Spektrum an Versuchen vermittelt Methoden zur Herstellung und Charakterisierung elektro-mechanischer, bionischer und chemischer Funktionsmaterialien für Sensorsysteme.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
praktische Arbeit, schriftliche Ausarbeitungen (Protokolle zu fünf der zehn Experimente), zwei mündliche Präsentationen (Kolloquien), Gewichtung bei der Notenbildung für das Praktikum: 40% praktische Arbeit, 30% Protokolle und 30% Kolloquien.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
regelmäßige Anwesenheit
<b>Literatur</b>
Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
keine



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Inorganic Functional Materials / Anorganische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Anna Fischer	
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180
Präsenzstudium (in Stunden)	105
Selbststudium (in Stunden)	75
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Anorganische Funktionsmaterialien	V	P	3	2	90
Anorganische Funktionsmaterialien / Lab Course Inorganic Functional Materials	Pr	P	3	3	90

Qualifikationsziele des Moduls
Die Studierenden kennen die grundlegenden Syntheseprozesse für anorganische Funktionsmaterialien. Sie kennen die wichtigsten Materialklassen und können exemplarisch Anwendungsmöglichkeiten skizzieren. Insbesondere sind ihnen wichtige Eigenschaften mikro- bis nanostrukturierter und poröser Materialien sowie deren Anwendungspotential im Bereich u.a. der elektrochemischen Energiekonversion und -speicherung (Wasserstofftechnologien, Batterien und Superkondensatoren) bekannt. Darüber hinaus besitzen die Studierenden praktische Erfahrungen in für anorganische Funktionsmaterialien wichtigen Synthese- und Charakterisierungsmethoden.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ergibt sich je zu 50% aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung zur Vorlesung sowie zu 50% aus dem Praktikumsteil (Protokolle und Kolloquien)
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials, Wahlmodul im M.Sc. Chemie

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Inorganic Functional Materials / Anorganische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Anorganische Funktionsmaterialien	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In dieser Veranstaltung wird ein Überblick über das Themengebiet der anorganischen Funktionsmaterialien von der Synthese über die Charakterisierung bis zur Anwendung präsentiert. Dabei werden verschiedene Typen von Funktionsmaterialien vorgestellt mit dem Ziel, Struktur-Funktions-Korrelationen zwischen Zusammensetzung, Kristallinität, Nanostruktur, Mikrostruktur und finaler Funktion zu identifizieren. Darüber hinaus werden Synthesekonzepte eingeführt, die es ermöglichen, maßgeschneidert Nanostrukturen zu synthetisieren. So werden Synthesewege zu nanopartikulären Systemen, Dünnschichtsystemen und porösen Systemen vorgestellt. Alle eingeführten Konzepte werden an ausgewählten Beispielen im Bereich der Katalyse- und Energieforschung (u.a. Brennstoffzellen, Elektrolyse, Batterien und Superkondensatoren) verdeutlicht.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Mündliche Prüfung
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
-
<b>Literatur</b>
Vorlesungsaufzeichnungen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Inorganic Functional Materials / Anorganische Funktionsmaterialien	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Anorganische Funktionsmaterialien / Lab Course Inorganic Functional Materials	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	60
Selbststudium (in Stunden)	30
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In diesem Praktikum sollen die vorgestellten Synthesekonzepte und Charakterisierungsmethoden, welche in der Vorlesung „Anorganische Funktionsmaterialien“ vorgestellt wurden, in ca. sechs Beispielen experimentell eingesetzt werden. So werden in einem „bottom-up“-Ansatz funktionale Multikomponentensysteme im Labormaßstab hergestellt und deren Funktion getestet. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Synthese von nanostrukturierten Systemen und deren Anwendungen im Bereich der Elektrokatalyse und der elektrochemischen Energiespeicherung (Batterien und Superkondensatoren). Die in der Vorlesung vorgestellten Charakterisierungsmethoden wie Röntgenbeugung, Physisorption, Elektronenmikroskopie und eine Vielzahl von elektrochemischen Methoden werden eingesetzt, um die synthetisierten Materialien im Detail zu charakterisieren.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
schriftliche Ausarbeitungen (Protokolle) und mündliche Präsentationen (Kolloquien) zu jedem Präparat, Gewichtung bei der Notenbildung für das Praktikum: 50% Protokolle und 50% Kolloquien.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
regelmäßige Anwesenheit, verpflichtende Teilnahme an Sicherheitseinweisung, Platzaus- und -abgabe, praktische Arbeit
<b>Literatur</b>
Praktikumsskript auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lecture Series Methods of Material Science / Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Workload
Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften	V	P	3	2	90

Qualifikationsziele des Moduls
Wissen über die wichtigsten Eigenschaften und Phänomene der Funktionswerkstoffe. Zusammenhänge zwischen theoretischen Modellvorstellungen, Herstellverfahren und Charakterisierungsmethoden von Metallen, Keramiken, Polymeren und Komposit-Werkstoffen.
Zusammensetzung der Modulnote
-
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Lecture Series Methods of Material Science / Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Ringvorlesung Methoden der Materialwissenschaften	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Deutsch und English

Inhalt
<p>Die Ringvorlesung wird überwiegend von Lehrstühlen des IMTEK durchgeführt. Das Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung von Wissen über die Hauptgruppen von Funktionswerkstoffen und aktuelle Methoden in der Forschung zur Herstellung und Charakterisierung elektromechanischer, bionischer und chemischer Funktionsmaterialien mit einem speziellen Fokus auf der Anwendung als Sensorsystem. Folgende Lehrstühle sind an der Veranstaltung beteiligt:</p> <p>Balle, Frank, Entwicklung nachhaltiger Funktionswerkstoffe  Buse, Karsten, Optische Systeme (Fraunhofer IPM)  Eberl, Christoph, Mikro- und Werkstoffmechanik (Fraunhofer IWM)  Hanemann, Thomas, Werkstoffprozesstechnik  Kieninger, Jochen, Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme  Müller, Claas, Prozesstechnologie  Paul, Oliver, Materialien der Mikrosystemtechnik  Quay, Rüdiger, Neuartige III-V Halbleiter-Materialien für Elektronik und Optoelektronik (Fraunhofer IAF)  Rühe, Jürgen, Chemie und Physik von Grenzflächen  Wallrabe, Ulrike, Mikroaktorik  Woiass, Peter, Konstruktion von Mikrosystemen  Wöllenstein, Jürgen, Gassensoren (Fraunhofer IPM)</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
-
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
mündliche Prüfung
<b>Literatur</b>
Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Master Module / Mastermodul	
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Anna Fischer, Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	30
Arbeitsaufwand	900 h
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung	
Module der Profillinie Functional Materials mit einem Leistungsumfang von mindestens 70 ECTS-Punkten müssen erfolgreich absolviert worden sein.	

Inhalte
In der Masterarbeit wird von den Studierenden ein in sich thematisch abgeschlossenes Forschungsprojekt bearbeitet und ausgewertet. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen werden abschließend schriftlich ausführlich präsentiert. Das Thema der Masterarbeit wird in Absprache mit der/dem BetreuerIn festgelegt, die/der LeiterIn derjenigen Arbeitsgruppe an der Fakultät für Chemie und Pharmazie oder der technischen Fakultät sein soll, in der die Masterarbeit durchgeführt wird. Die/der BetreuerIn fungiert auch als ErstgutachterIn der Masterarbeit.
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden können eine facettenreiche wissenschaftliche Fragestellung aus dem Bereich der Funktionsmaterialien selbstständig und in einem fest vorgegebenen Zeitrahmen unter Einsatz fortgeschrittener wissenschaftlicher Methoden bearbeiten. Hierfür können sie Fachliteratur recherchieren, verstehen, zu Ihrem Masterprojekt in Bezug setzen und auf dieser Basis die Projektziele definieren und einen Arbeitsplan aufstellen. Sie können moderne experimentelle Verfahren selbstständig einsetzen und die für die Durchführung des Projekts nötigen Untersuchungen im Labor und/oder an Rechnern selbst durchführen. Sie sind in der Lage, die so erhaltenen Ergebnisse nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis zu dokumentieren, auszuwerten und schriftlich präsentieren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Masterarbeit
Zu erbringende Studienleistung
Keine.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ist die Durchschnittsnote der beiden in den Gutachten zur Masterarbeit vergebenen Bewertungen.
Literatur
aktuelle Forschungsliteratur zum Thema des Projektpraktikums
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

## Modul- und Veranstaltungsbeschreibungen: Wahlpflichtbereich

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Anna Fischer, Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	21
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	630 h
Präsenzstudium (in Stunden)	variabel
Selbststudium (in Stunden)	variabel
Semesterwochenstunden (SWS)	variabel
Empfohlenes Fachsemester	1 und 2
Moduldauer	2 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	in jedem S
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung	
Keine.	

Inhalte
<p>Aus der unten genannten Liste von Lehrveranstaltungen sind in Absprache mit der Studiengangleitung (Prof. Fischer für die Chemie, Prof. Müller für die Ingenieurwissenschaften) mindestens 21 ECTS Punkte zu erbringen. Zu Beginn des Studiums erfolgt ein umfassendes Beratungsgespräch, in dem der Ergänzungsbereich vor dem Hintergrund der vorhandenen Kenntnisse und der beabsichtigten Schwerpunktbildung festgelegt wird. Hierbei wird sichergestellt, dass keine Veranstaltungen belegt werden, die inhaltlich äquivalent zu Modulen / Veranstaltungen des Erststudiums sind. Das in der unten genannten Liste dargestellte Lehrangebot variiert stark, so dass bisherige Lehrveranstaltungen wegfallen und neue Lehrangebote entstehen können. Eine Aktualisierung erfolgt zu Beginn des Semesters durch die Studienkommission. Es wird sichergestellt, dass belegte Veranstaltungen auch abgeschlossen werden können.</p>
Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<p>Entsprechend der Definition des Ergänzungsbereichs folgen die Lernziele v.a. drei Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Studierende mit chemischer Vorbildung: Erwerb weiterer theoretischer Grundlagen im Bereich der Werkstoffwissenschaften und Mikrotechnologien.</li> <li>- für Studierende mit materialwissenschaftlicher Vorbildung: Erwerb weiterer theoretischer Grundlagen im Bereich der Chemie.</li> <li>- Vorbereitung auf Themen der beabsichtigten Schwerpunktbildung im 3. und 4. Fachsemester (Advanced Lab / Vertiefungspraktikum; Research Lab / Forschungspraktikum; Master Module / Mastermodul).</li> </ul>

Zu erbringende Prüfungsleistungen
Klausuren und/oder mündliche Prüfungen. Angesichts der individuellen Ausgestaltung des Ergänzungsbereichs ist eine gemeinsame Modulabschlussprüfung für dieses Modul organisatorisch nicht möglich. Es werden daher Teilprüfungen durchgeführt, deren Ergebnisse abschließend zu einer Modulnote zusammengeführt werden (s.u.).
Zu erbringende Studienleistung
Keine.
Zusammensetzung der Modulnote
Die Modulnote ergibt sich als nach ECTS-Punkten gewichtete arithmetrische Durchschnittsnote der gewählten Einzelveranstaltungen.
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	PWP	ECTS	SWS	Workload
Allgemeine und Anorganische Chemie	V	WP	7	5	210 h
Angewandte Elektrochemie	V	WP	3	2	90 h
Angewandte Festkörperchemie	V	WP	3	2	90 h
Biomaterialien	V	WP	3	2	90 h
Electrochemical energy applications: fuel cells and electrolysis	V	WP	3	2	90 h
Electrochemical Methods for Engineers	V	WP	3	2	90 h
Festkörperchemie	V	WP	3	2	90 h
Festkörperphysik	V + Ü	WP	6	5	180 h
Makromolekulare Chemie I	V + Ü	WP	6	4	180 h
Materials Selection and Sustainable Development for Mechanical Engineering	V + Ü	WP	6		180 h
MST technologies & processes	V + Ü	WP	6	4	180 h
Oberflächenanalyse / Surface Analysis	V	WP	3		90 h
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	V	WP	3	2	90 h
Sensors	V	WP	6	3	180 h
Thermoelektrik und thermische Messtechnik	V	WP	3	2	90 h
Werkstoffwissenschaft	V + Ü	WP	6	4	180 h



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	08LE05MO-AAC
<b>Veranstaltung</b>	
Allgemeine und Anorganische Chemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	08LE05V-ID010019

ECTS-Punkte	7
Arbeitsaufwand	210 h
Präsenzstudium	75 h
Selbststudium	135 h
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalte</b>
Die Vorlesung beinhaltet Grundlagen der Allgemeinen Chemie wie Atombau, Periodensystem der Elemente, Valenz, Bindungstheorien, Molekülbau, Kristallgitter/Festkörper, Thermodynamik und Kinetik von Reaktionen, Gastheorie, Säure-Base-Reaktionen, Komplexchemie, Redoxreaktionen und Elektrochemie. Darüber hinaus wird die einfache anorganische Stoffchemie der Haupt- und Nebengruppenelemente behandelt.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
C. Mortimer, U. Müller, <i>Chemie, Thieme</i> E. Riedel, C. Janiak, <i>Anorganische Chemie, de Gruyter</i> N. Wiberg (Hrsg.), <i>Holleman / Wiberg Anorganische Chemie, de Gruyter</i>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Angewandte Elektrochemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In dieser Vorlesung lernen die Studierenden die Grundprinzipien der Elektrochemie sowie wichtige elektrochemische Methoden. Darüber hinaus lernen die Studierenden wie diese Methoden im Bereich der elektrochemischen Energiekonversion und Speicherung theoretisch anzuwenden sind.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Mündliche Prüfung.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
Vorlesungsunterlagen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Angewandte Festkörperchemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materialien für Permanentmagnetika und ihre Verfügbarkeit</li> <li>2. Thermoelektrika</li> <li>3. Magnetokalorika</li> <li>4. Ferroelektrika und Piezoelektrika</li> <li>5. Leuchtstoffe und ihre Verfügbarkeit</li> <li>6. Supraleiter</li> <li>7. Materialien für Spintronics</li> <li>8. Perowskite für Photovoltaik und optische Anwendungen</li> </ol>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Mündliche Prüfung.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
U. Müller: Anorganische Strukturchemie, Vieweg+Teubner A. R. West: Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH R. Tilley: Understanding Solids, Wiley-VCH Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Biomaterialien	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand	90h
Präsenzstudium	30h
Selbststudium	60h
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalt
<p>Die Vorlesung stellt Definitionen zur Beschreibung und Prüfung von Biomaterialien vor. Sie vermittelt Aufbau und Anwendungen von verschiedenen Biomaterialien. Anhand von ausgewählten Beispielen werden Hinweise zur Konstruktion von Implantaten gegeben und Gebrauchseigenschaften von Biomaterialien diskutiert. Im Einzelnen gliedert sie sich in die folgenden Themen auf:</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen und Eigenschaften: Biomaterialien, Biokompatibilität, Biofunktionalität</li> <li>• Grundlagen zum biologischen System</li> <li>• Grundlegende Mechanismen an der Material-Gewebe-Schnittstelle</li> <li>• Einteilung der Biomaterialien bezüglich Gewebereaktion und Materialklassen</li> </ul> <p>Prüfverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfverfahren zur Charakterisierung von Biomaterialien</li> <li>• Biokompatibilitätsprüfung</li> <li>• Evaluation von Biomaterialien</li> </ul> <p>Ausgewählte Materialklassen für Biomaterialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metalle</li> <li>• Keramische Werkstoffe</li> <li>• Polymere</li> <li>• Verbundwerkstoffe</li> <li>• Bioresorbierbare Werkstoffe</li> </ul> <p>Ausgewählte Implantate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stents</li> <li>• Gelenk-Endoprothesen</li> <li>• Bandscheibenersatz</li> <li>• Osteosynthesysteme</li> <li>• Zahnimplantate</li> <li>• Intraokularlinsen</li> </ul> <p>Abschließend werden die Themen zusammengefasst, um die Prüfungsvorbereitung zu erleichtern</p>

---

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur
Zu erbringende Studienleistung
Keine.
Literatur
Vorlesungsunterlagen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
Veranstaltung	
Electrochemical energy applications: fuel cells and electrolysis	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand	90h
Präsenzstudium	30h
Selbststudium	60h
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Englisch

Inhalt
Electrochemical energy systems play a major role in future emission-free economy. This lecture gives a brief introduction into the basics of electrochemistry and discusses recent developments of hydrogen fuel cells and electrolyzers. This includes novel materials, fabrication techniques and characterization methods.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur
Zu erbringende Studienleistung
Keine.
Literatur
Vorlesungsunterlagen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Electrochemical Methods for Engineers	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand	90h
Präsenzstudium	30h
Selbststudium	60h
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrochemical theory (cells, electrodes, fundamental equation and concepts)</li> <li>• Instrumentation (focus on the interplay between electrochemistry and electronics/data acquisition), equipment (electrodes, cells), and electrolytes</li> <li>• Classical methods (potentiometry, amperometry, CV, DPV, SWV, HDME, RDE, RRDE)</li> <li>• Electrochemical impedance spectroscopy (EIS)</li> <li>• Selected aspects: Material science (corrosion, hierarchical micro-/nanostructures)</li> <li>• Selected aspects: Microtechnology (electrodeposition, failure mechanism)</li> <li>• Selected aspects: Microsystems (electrochemical sensors and actuators)</li> <li>• Selected aspects: Energy application (fuel cells, batteries, super caps)</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kieninger: Electrochemical Methods for the Micro- and Nanoscale, 1st ed., 2022, DeGruyter, available as an ebook (campus license) or library: SB/I.1/10</li> <li>• Bard, Faulkner: Electrochemical Methods – Fundamentals and Applications, 2nd ed., 2001, Wiley, library: SB/I.1/1</li> <li>• Hamann, Hamnett, Vielstich: Electrochemistry, 2nd ed., Wiley-VCH 2007, library: SB/H.2/13</li> <li>• Zoski: Handbook of electrochemistry, 1st ed., Elsevier, 2007, available as an ebook (campus license)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Festkörperchemie	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Chemie / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalt
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strukturbestimmende Faktoren für Metalle bzw. Legierungen und ionische Verbindungen</li> <li>2. Strukturen der wichtigsten Kristallstrukturen</li> <li>3. Unterschied Ideal- und Realstruktur und Methoden zur Einkristallzucht</li> <li>4. Synthesemethoden für Festkörper mit Schwerpunkt Festkörperreaktionen</li> <li>5. Mischkristalle, Phasendiagramme und Phasenumwandlungen</li> <li>6. Physikalische Eigenschaften von Festkörpern (Magnetismus, Supraleitung, dielektrische Eigenschaften, optische Eigenschaften, Elektronen- und Ionenleitfähigkeit)</li> </ol>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
mündliche Prüfung
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
U. Müller: Anorganische Strukturchemie, Vieweg+Teubner A. R. West: Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH W. Kleber, K Bohm: Einführung in die Kristallographie R. Tilley: Understanding Solids, Wiley-VCH Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben, weitere Unterlagen auf ILIAS
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Festkörperphysik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung + Übung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	180
Präsenzstudium (in Stunden)	75
Selbststudium (in Stunden)	105
Semesterwochenstunden (SWS)	5
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallgitter: Atomaufbau der Materie, Bravais-Gitter, Basis, Wigner-Seitz-Zelle, primitive Zelle, Kristallsysteme Symmetrien, kubische Gitter, Gitterebenen, Miller-Indizes</li> <li>• Strukturaufklärung: Wellen für die Strukturaufklärung, reziprokes Gitter, Beugungsbedingungen, Brillouin-Zonen, experimentelle Methoden: Laue-, Drehkristall- und Pulvermethode</li> <li>• Bindungsverhältnisse in Kristallen: Bindungsenergie, Edelgasatomkristalle, Ionenkristalle, kovalente, metallische und Wasserstoff-Bindung, Kompressibilität, Elastizitätsmodul</li> <li>• Gitterschwingungen und thermische Eigenschaften der Kristalle: Kristall als Federmodell, longitudinale und transversale Schwingungsmoden in Kristallen, Schallwellen, Phononen, Phononendispersionen, Planckverteilung, Zustandsdichte, phononische spezifische Wärme, Einstein- und Debye-Modelle, Wärmeleitfähigkeit.</li> <li>• Elektronen im Kristall: Schrödingergleichung und Blochzustände phänomenologisch, quasifreie Elektronen, Fermi-Verteilung und -Fläche, Zustandsdichte, Wärmekapazität und elektrische Leitfähigkeit quasifreier Elektronen, spezifischer Widerstand, Matthiessen-Regel, stark gebundene Elektronen, Bänder, Bandlücken, Halbleiter, Donatoren und Akzeptoren, n- und p-Halbleiter, Leitfähigkeit der Halbleiter, optische Eigenschaften von Halbleitern.</li> <li>• Magnetismus: Magnetisches Moment, Dia-, Para- und Ferromagnetismus, Larmor-Diamagnetismus, Langevinsche Theorie des Paramagnetismus, Ferromagnetismus wechselwirkender Dipole, Bandferromagnetismus phänomenologisch.</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, 2005, Oldenbourg; H. Ibach / H. Lüth, Einführung in die Festkörperphysik, 2002, Springer

K. Kopinsky / P. Herzog, Festkörperphysik - Einführung in die Grundlagen, 2004, Teubner Weiterführend: N. W. Ashcroft / N. D. Mermin: Festkörperphysik, 2005, Oldenbourg
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	08LE05MO-MCI
<b>Veranstaltung</b>	
Makromolekulare Chemie I	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	08LE05V-ID050001

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180 h
Präsenzstudium	60 h
Selbststudium	120 h
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Empfohlene Fachsemester	1 oder 2
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch oder Englisch

<b>Inhalte</b>
Polymersynthesen: Molekulargewicht und Molekulargewichtsverteilung von Polymeren, Stufenreaktionen, Kettenreaktionen (radikalisch, anionisch, kationisch), Lebende Polymerisationen, Thermodynamik – Ceiling-Temperatur, Biosynthesen, Polyinsertion, Stereospezifische Polymerisation, Polymeranaloge Umsetzung, Copolymerisation, Polymere in Lösung und Polymeranalytik: Konformation, Modelle, Mischungsthermodynamik, Phasendiagramme, Polymeranalytik (kolligative Eigenschaften; Viskosimetrie; GPC; Ultrazentrifuge; Lichtstreuung); Polymere im festen Zustand: Polymeranalytik- und -verarbeitung, Werkstoffeigenschaften, Schmelz- und Glasübergangstemperatur, Kristallinität, Polymeranalytik, Kautschukelastizität, Viskoelastizität, Rheologie und Kunststoffverarbeitung.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
B. Tieke, Makromolekulare Chemie
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Materials Selection for Sustainable Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung + Übung	(wird automatisch erzeugt)

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180 h
Präsenzstudium	60 h
Selbststudium	120 h
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Empfohlene Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Englisch

Inhalte
<p>The selection of the right material is of central importance for the success of a product. The number of available materials is enormous and is constantly increasing due to innovations, research and development, combined with changed and improved property profiles. So the selection of engineering materials is a dynamic process that can be of decisive importance for the success of a product or entire company. The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction and Motivation for Materials Selection and Sustainable Engineering</li> <li>• The Families of Engineering Materials and their Properties</li> <li>• Selected Concepts for Materials Selection in Mechanical Design</li> <li>• Materials Property Charts and Material Indices</li> <li>• Multiple Constraints and Conflicting Objectives for Materials Selection</li> <li>• Materials and their Shape</li> <li>• Hybrid Materials and Structures</li> <li>• Industrial Design and the World of Processes</li> <li>• Materials and the Environment</li> <li>• Sustainability for Engineering Applications – the Ultimate Challenge?!</li> <li>• Corresponding Case Studies (during the exercises)</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Written examination on the content of lectures and exercises, duration: 90 min.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. F. Ashby: Materials Selection in Materials Design. 5th edition, Elsevier Verlag, 2017</li> <li>• M.F. Ashby, A. Wanner (Hrsg.) C. Fleck (Hrsg.): Materials Selection in Mechanical Design: Das Original mit Übersetzungshilfen. Easy-Reading-Ausgabe, 3. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, 2006</li> <li>• M. Reuter: Methodik der Werkstoffauswahl – Der systematische Weg zum richtigen Material. Hanser Verlag, 2. Auflage, 2014</li> </ul>

- J. M. Allwood, J. M. Cullen: Sustainable Materials – without the hot air. UIT Cambridge, 2015
- M. F. Ashby: Materials and Sustainable Development. Elsevier-BH Verlag, 2016
- M. F. Ashby: Materials and the Environment. Elsevier-BH Verlag, 2013
- K.G. Budinsky and M.K. Budinsky: Engineering Materials, Properties and Selection. 6th edition, Prentice Hall, London, UK, 1999

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
MST technologies & processes	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung + Übung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180h
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	Englisch

Inhalte
<p>The content of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• overview of MEMS processing (silicon, various semiconductors and polymers)</li> <li>• cleanroom and vacuum technology</li> <li>• materials in MEMS: single- and polycrystalline materials</li> <li>• thermal oxidation of silicon, thin-film technology, doping, Physical Vapor Deposition (PVD), Chemical Vapor Deposition (CVD)</li> <li>• photolithography: fundamentals, light sources, diffraction, projection modes, e-beam, X-ray</li> <li>• plasma technology</li> <li>• etching: dry and wet etching, Deep Reactive Ion Etching (DRIE)</li> <li>• assembly and packaging: chip assembly, dicing and packaing</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
<p>Marc Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, CRC Press, 3<sup>rd</sup> Ed. (2011)  Menz, Mohr, Paul: Microsystem Technology, Wiley-VCH, 1<sup>st</sup> Ed. (2001)</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Oberflächenanalyse / Surface Analysis	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand	90 h
Präsenzstudium	30 h
Selbststudium	60 h
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlene Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Englisch

<b>Inhalte</b>
The techniques presented are grouped into three general topics which are imaging of surfaces (electron microscopy, scanning probe techniques), chemical analysis (XPS, SIMS, FTIR) of the composition of surfaces and methods for the determination of thicknesses (Ellipsometry, XRR, Surface Plasmon Spectroscopy) of layers. General topics from the surface sciences such as adhesion, wetting, and adsorption processes are also presented together with the techniques.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Written examination
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
Various materials are available on the website
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Extension Field / Ergänzungsbereich	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	90
Präsenzstudium (in Stunden)	30
Selbststudium (in Stunden)	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (PWP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

<b>Inhalt</b>
In Vorlesung werden zunächst die Grundlagen der organischen Chemie vermittelt. Dabei geht es um die chemische Bindung unter dem Aspekt der Atom- und Molekülorbitale. Weitere grundlegende Aspekte werden dann anhand von Beispielen zusammen mit den wichtigsten Stoffklassen besprochen. Bei den Alkanen wird die geometrische Gestalt, d.h. die Konfiguration und Konformation organischer Moleküle behandelt. Die Halogenalkane dienen der ausführlichen Behandlung nukleophiler Substitutionsreaktionen, Additionen an Alkene und Alkine sind Beispiele für die Bedeutung der Stabilisierung reaktiver Zwischenstufen. Die außerordentliche Stabilität und die besonderen Eigenschaften ausgedehnter $\pi$ -Systeme werden anhand der Aromaten besprochen. Die Stoffklassen der Alkohole, der Carbonylverbindungen und der Amine runden diesen Teil der Vorlesung ab. In einem letzten Kapitel wird ein Ausblick auf die speziellen Eigenschaften der Naturstoffe gegeben.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
Wird über ILIAS zur Verfügung gestellt. Lehrbuchempfehlung: Vollhardt, Organische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim.
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>
Keine.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Sensors	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Sensors	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180h
Präsenzstudium	45h
Selbststudium	135h
Semesterwochenstunden (SWS)	3
Empfohlenes Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Englisch

<b>Inhalte</b>
<p>The lecture Sensors gives an overview about working principles, physical mechanisms, methods and technologies important for sensors with a focus on microtechnology.</p> <p>A general introduction is followed by specific discussion of various sensor types including for example temperature, radiation, magnetic, mechanical and chemical sensors. The lecture bridges fundamentals and applications of sensors.</p> <p>Sensor examples of university and industrial environment will be shown and opportunities and limitations of these sensors will be discussed.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
<p>Vorlesungsunterlagen auf ILIAS.</p> <p>Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Thermoelektrik und thermische Messtechnik	(wird automatisch erzeugt)
Veranstaltung	
Thermoelektrik und thermische Messtechnik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3
Arbeitsaufwand	90h
Präsenzstudium	30h
Selbststudium	60h
Semesterwochenstunden (SWS)	2
Mögliche Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalte
Thermoelektrische Anwendungen finden sich in der Temperaturmesstechnik, der Kalorimetrie, der Detektion von Strahlung, der Kühl- und Heiztechnik und der direkten Konversion von Wärmeenergie in elektrischer Energie, den Thermogeneratoren. In der Vorlesung wird ein grundlegendes Verständnis thermoelektrischer Effekte vermittelt und deren Abhängigkeit von verschiedenen Materialeigenschaften wie zum Beispiel Seebeck- und Peltier-Koeffizient, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit abgeleitet. Es werden verschiedene Materialsysteme, die sich für die Thermoelektrik besonders eignen, vorgestellt und im Hinblick auf typische Anwendungen bewertet. Der Stand der Technik in der Umsetzung dieser verschiedenen thermoelektrischen Materialien in Module und Systeme wird vorgestellt. In der Vorlesung wird zusätzlich noch ein Überblick über gängige Methoden und Messprinzipien der Temperaturmesstechnik gegeben.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung
Zu erbringende Studienleistung
Keine.
Literatur
Vorlesungsunterlagen auf ILIAS. Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Werkstoffwissenschaft	(wird automatisch erzeugt)
<b>Veranstaltung</b>	
Werkstoffwissenschaft	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung + Übung	(wird automatisch erzeugt)
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6
Arbeitsaufwand	180h
Präsenzstudium	60h
Selbststudium	120h
Semesterwochenstunden (SWS)	4
Mögliche Fachsemester	1
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	Deutsch

Inhalte
<p>Ausgehend von der Beschreibung des inneren Aufbaus werden auch die physikalischen, metallurgischen und chemischen Einflüsse hierauf untersucht. Dazu werden die Prinzipien der Thermodynamik und der Reaktionskinetik herangezogen. Die wesentlichen betrachteten Eigenschaften umfassen die Festigkeit, die elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie magnetische Eigenschaften. Darüber hinaus wird noch ein kurzer Einblick in die elektrochemischen Grundlagen, wie Korrosion und galvanische Abscheidung, gegeben.</p> <p>Die grobe Gliederung sieht wie folgt aus:</p> <p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Aufbau der Werkstoffe, vom Atom bis zum Bauteil, incl. Gitterfehler</li> <li>• Thermodynamik und Kinetik von Umwandlungen, einschließlich Diffusion</li> <li>• Gefüge und Eigenschaften</li> <li>• Eisen- und Stahlwerkstoffe</li> </ul> <p>Nichteisenmetalle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Eigenschaften und Festigkeit</li> <li>• Moderne Fertigungsverfahren</li> </ul> <p>Kunststoffe: Eigenschaften und Prozessierung</p> <p>Keramiken: Eigenschaften und Prozessierung</p> <p>Metalle: Elektrochemie und magnetische Eigenschaften</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Klausur

<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Keine.
<b>Literatur</b>
Begleitend zur Vorlesung wird den Studierenden ein Skriptum über das ILIAS-System zur Verfügung gestellt. Eine gedruckte Version des Skriptums kann bei Bedarf bei den verantwortlichen Dozenten kostenlos angefordert werden. Eine Reihe von werkstoffwissenschaftlichen Lehrbüchern sowie weiterführende Literatur ist im Skript verzeichnet. .
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Keine

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Methods and concepts / Methoden und Konzepte*	(wird automatisch erzeugt)
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. A. Fischer, Prof. Dr. C. Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät / Fakultät für Chemie und Pharmazie	

\*

ECTS-Punkte	9
Arbeitsaufwand gesamt (in Stunden)	*
Präsenzstudium (in Stunden)	*
Selbststudium (in Stunden)	*
Semesterwochenstunden (SWS)	*
Empfohlenes Fachsemester	1, 2 und 3
Moduldauer	2 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	In jedem Semester*

\* Da das mögliche Vorlesungsangebot die im Modul zu erbringenden ECTS-Punkte bei Weitem übersteigt, wird auf eine detaillierte Zuordnung verzichtet. Zu Beginn des Studiums erfolgt ein umfassendes Beratungsgespräch mit einem Mentor oder einer Mentorin, in dem die Möglichkeiten zur Auswahl der Inhalte dieses Moduls angesprochen werden vor dem Hintergrund der vorhandenen Kenntnisse und der beabsichtigten Schwerpunktbildung und Karriereplanung. Diese Beratung durch die Studiengangleitung wird auch studienbegleitend angeboten.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Aus dem Lehrangebot der den Studiengang tragenden Fakultäten sind in Absprache mit der Studiengangleitung mindestens 9 ECTS Punkte als Studienleistung zu erbringen. Hierbei muss sichergestellt sein, dass keine Veranstaltungen belegt werden, die inhaltlich äquivalent zu Modulen/Veranstaltungen des Erststudiums sind. Das zur Auswahl stehende Lehrangebot variiert je nach Jahr stark, so dass bisherige Lehrveranstaltungen wegfallen und neue Lehrangebote entstehen können. Eine Aktualisierung erfolgt zu Beginn des Semesters durch die Studienkommission. Es wird sichergestellt, dass belegte Veranstaltungen auch abgeschlossen werden können. In der nachgestellten Tabelle sind beispielhaft die Veranstaltungen des Ergänzungsbereiches aufgeführt, die auch im Modul Methoden und Konzepte belegt werden können, dann aber als Studienleistung absolviert werden. Zusätzlich sind in Absprache mit der Studiengangleitung auch Veranstaltungen anderer Fakultäten möglich. Die Genehmigung erfolgt durch die Modulverantwortlichen.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	PWP	ECTS	SWS	Workload
Allgemeine und Anorganische Chemie	V	WP	7	5	210 h
Angewandte Elektrochemie	V	WP	3	2	90 h
Angewandte Festkörperchemie	V	WP	3	2	90 h
Biomaterialien	V	WP	3	2	90 h
Electrochemical energy applications: fuel cells and electrolysis	V	WP	3	2	90 h
Electrochemical Methods for Engineers	V	WP	3	2	90 h
Festkörperchemie	V	WP	3	2	90 h
Festkörperphysik	V + Ü	WP	6	5	180 h
Keramiken, Metalle, Polymere	V + Ü	WP	6		180 h
Makromolekulare Chemie I	V + Ü	WP	6	4	180 h
Materials Selection and Sustainable Development for Mechanical Engineering	V + Ü	WP	6		180 h
MST technologies & processes	V + Ü	WP	6	4	180 h
Oberflächenanalyse / Surface Analysis	V	WP	3		90 h
Organische Chemie für Mikrosystemtechniker	V	WP	3	2	90 h
Sensors	V	WP	6	3	180 h
Thermoelektrik und thermische Messtechnik	V	WP	3	2	90 h
Werkstoffwissenschaft	V + Ü	WP	6	4	180 h

Qualifikationsziele des Moduls
<p>Entsprechend der Definition des Moduls „Methoden und Konzepte“ sind die Lernziele spezifisch zu sehen und folgen drei Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• individuelle Profilierung, den persönlichen Interessen folgend.</li> <li>• die Wahl der Veranstaltungen kann die gewünschte Schwerpunktbildung im 3. und 4. Fachsemester ergänzen.</li> <li>• das Modul soll den Studierenden auch die Möglichkeit eröffnen, sich Themenfelder zu erschließen, die nicht im direkten fachlichen Kontext des MSc Sustainable Materials stehen.</li> </ul>
Zusammensetzung der Modulnote: Das gesamte Modul ist als Studienleistung unbenotet

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lab / Vertiefungspraktikum	
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Anna Fischer, Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	12
Arbeitsaufwand	360h
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	2.5-3 Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Advanced Lab / Vertiefungspraktikum	Pr	WP	12		360 h

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<p>Über die Mitarbeit an aktuellen Forschungsprojekten wissenschaftlicher Arbeitsgruppen erlernen die Studierende Problemlösungsstrategien auch für komplexe Fragestellungen in Forschung und Entwicklung, die Wichtigkeit von Teamarbeit, vernetztem Denken, guter wissenschaftlicher Praxis sowie fortgeschrittene praktische Kompetenzen in der Laborarbeit und/oder für rechnergestützte Experimente. Im Rahmen des Vertiefungspraktikums vertiefen sie ihre Kenntnisse in einem speziellen aktuellen Forschungsgebiet und können besonders in diesem Bereich neue Forschungsergebnisse in den Kontext bereits bekannter Ergebnisse einordnen. Über den zum Abschluss des Moduls zu erbringenden Projektbericht in schriftlicher und/oder mündlicher Form üben sie die Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse einer wissenschaftlichen Projektarbeit im Bereich Funktionsmaterialien, um so auch für die Anforderungen der Masterarbeit zum Abschluss ihres M.Sc.-Studiums vorbereitet zu sein.</p> <p>Sollte das Vertiefungspraktikum im Ausland durchgeführt werden (was ausdrücklich empfohlen wird), so kann das Modul zusätzlich zum Kennenlernen des Arbeitsalltags in Forschung und Entwicklung in anderen Ländern sowie zum Erwerb wichtiger Fremdsprachenkenntnisse genutzt werden.</p>
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Lab / Vertiefungspraktikum	
<b>Veranstaltung</b>	
Advanced Lab / Vertiefungspraktikum	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	

ECTS-Punkte	12
Arbeitsaufwand	360 h
Präsenzstudium	240 h
Selbststudium	120 h
Mögliche Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
<p>Praktische Arbeit auf einem aktuellen Gebiet der materialwissenschaftlichen Forschung in den Arbeitsgruppen der Fakultät für Chemie und Pharmazie, der technischen Fakultät und/oder bei auswärtigen Forschungseinrichtungen weltweit. Konzeption von Forschungsprojekten, Literaturrecherche, Anwendung aktueller experimenteller Techniken und Methoden, Dokumentation, Auswertung, Bewertung und Präsentation experimenteller Ergebnisse.</p> <p><b>Hinweis:</b> Advanced Lab / Vertiefungspraktikum und Research Lab / Forschungspraktikum können im Einverständnis mit der/m betreuenden ProfessorIn auch zu einem Praktikum von 24 ECTS (und damit ca. 5-6 Monaten Dauer) kombiniert werden. Dies kann insbesondere für externe Praktika im Ausland günstig sein.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Ausführlicher Projektbericht im Stil einer naturwissenschaftlichen bzw. ingenieurwissenschaftlichen Abschlussarbeit, Umfang 30 - 50 Seiten oder Mündliche Präsentation der Projektergebnisse in Form eines 20 - 30 minütigen Seminarvortrags und anschließender 10 - 15 minütiger Diskussion. Zum Vortrag ist eine wissenschaftliche Präsentation in Form von mind. 15 Folien zu erstellen.</p>
Zu erbringende Studienleistung
Regelmäßige Anwesenheit, Laborarbeit im Umfang von ca. 240 Arbeitsstunden.
Literatur
Aktuelle Forschungsliteratur zum Thema des Projektpraktikums.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.
<p><b>Wichtige Hinweise für externe Vertiefungspraktika</b> (also solche, die nicht in einer Arbeitsgruppe der Fakultät für Chemie und Pharmazie oder der Technischen Fakultät durchgeführt werden): um ein Vertiefungspraktikum extern absolvieren zu können, muss im Vorfeld ein/e den Studiengang tragende ProfessorIn der Fakultät für Chemie und Pharmazie oder der Technischen Fakultät gefunden werden, die das externe Praktikum unterstützt und abschließend die Prüfungsleistung bewertet. Hierfür sind Inhalt,</p>



Zeitraumen und Ziele des Praktikums mit der/dem betreuenden ProfessorIn abzusprechen und sein/ihr Einverständnis einzuholen. Ohne eine solche vorherige Absprache, welche gegenüber dem Prüfungsamt per Formular zu dokumentieren ist, dürfen externe Praktika nicht begonnen werden. Zur Unterstützung der Organisation und Finanzierung von Praktika im Ausland (z.B. über das Erasmus-Programm der Europäischen Union) wird weiterhin empfohlen, spätestens drei Monate vor Praktikumsstart mit der/ dem Auslandsbeauftragten der Fakultät für den Fachbereich Chemie (Email: erasmus@chemie.uni-freiburg.de) oder der Technischen Fakultät Kontakt aufzunehmen.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Research Lab / Forschungspraktikum	
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Anna Fischer, Prof. Dr. Claas Müller	
Fachbereich / Fakultät	
Fakultät für Chemie und Pharmazie und Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	12
Arbeitsaufwand	360h
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	2.5-3 Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Research Lab / Forschungspraktikum	Pr	WP	12		360 h

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<p>Über die Mitarbeit an aktuellen Forschungsprojekten wissenschaftlicher Arbeitsgruppen erlernen die Studierende Problemlösungsstrategien auch für komplexe Fragestellungen in Forschung und Entwicklung, die Wichtigkeit von Teamarbeit, vernetztem Denken, guter wissenschaftlicher Praxis sowie fortgeschrittene praktische Kompetenzen in der Laborarbeit und/oder für rechnergestützte Experimente. Im Rahmen des Forschungspraktikums vertiefen sie ihre Kenntnisse in einem speziellen aktuellen Forschungsgebiet und können besonders in diesem Bereich neue Forschungsergebnisse in den Kontext bereits bekannter Ergebnisse einordnen. Über den zum Abschluss des Moduls zu erbringenden Projektbericht in schriftlicher und/oder mündlicher Form üben sie die Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse einer wissenschaftlichen Projektarbeit im Bereich Funktionsmaterialien, um so auch für die Anforderungen der Masterarbeit zum Abschluss ihres M.Sc.-Studiums vorbereitet zu sein.</p> <p>Sollte das Forschungspraktikum im Ausland durchgeführt werden (was ausdrücklich empfohlen wird), so kann das Modul zusätzlich zum Kennenlernen des Arbeitsalltags in Forschung und Entwicklung in anderen Ländern sowie zum Erwerb wichtiger Fremdsprachenkenntnisse genutzt werden.</p>
Verwendbarkeit des Moduls
M.Sc. Sustainable Materials – Functional Materials

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Research Lab / Forschungspraktikum	
<b>Veranstaltung</b>	
Research Lab / Forschungspraktikum	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	

ECTS-Punkte	12
Arbeitsaufwand	360 h
Präsenzstudium	240 h
Selbststudium	120 h
Mögliche Fachsemester	3
Angebotsfrequenz	in jedem Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
<p>Praktische Arbeit auf einem aktuellen Gebiet der materialwissenschaftlichen Forschung in den Arbeitsgruppen der Fakultät für Chemie und Pharmazie, der technischen Fakultät und/oder bei auswärtigen Forschungseinrichtungen weltweit. Konzeption von Forschungsprojekten, Literaturrecherche, Anwendung aktueller experimenteller Techniken und Methoden, Dokumentation, Auswertung, Bewertung und Präsentation experimenteller Ergebnisse.</p> <p><b>Hinweis:</b> Advanced Lab / Vertiefungspraktikum und Research Lab / Forschungspraktikum können im Einverständnis mit der/m betreuenden ProfessorIn auch zu einem Praktikum von 24 ECTS (und damit ca. 5-6 Monaten Dauer) kombiniert werden. Dies kann insbesondere für externe Praktika im Ausland günstig sein.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Keine.
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
<p>Regelmäßige Anwesenheit, Laborarbeit im Umfang von ca. 240 Arbeitsstunden.</p> <p>Ausführlicher Projektbericht im Stil einer naturwissenschaftlichen bzw. ingenieurwissenschaftlichen Abschlussarbeit, Umfang 30 - 50 Seiten</p> <p>oder</p> <p>Mündliche Präsentation der Projektergebnisse in Form eines 20 – 30 minütigen Seminarvortrags und anschließender 10 – 15 minütiger Diskussion. Zum Vortrag ist eine wissenschaftliche Präsentation in Form von mind. 15 Folien zu erstellen.</p> <p>oder</p> <p>Präsentation der Projektergebnisse in Form eines Poster im Rahmen einer Postersession inkl. Kurzvortrag und Diskussion.</p>
<b>Literatur</b>
Aktuelle Forschungsliteratur zum Thema des Projektpraktikums.

## Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Keine.

**Wichtige Hinweise für externe Forschungspraktika** (also solche, die nicht in einer Arbeitsgruppe der Fakultät für Chemie und Pharmazie oder der Technischen Fakultät durchgeführt werden): um ein Forschungspraktikum extern absolvieren zu können, muss im Vorfeld ein/e den Studiengang tragende ProfessorIn der Fakultät für Chemie und Pharmazie oder der Technischen Fakultät gefunden werden, die das externe Praktikum unterstützt und abschließend die Studienleistung bewertet. Hierfür sind Inhalt, Zeitrahmen und Ziele des Praktikums mit der/dem betreuenden ProfessorIn abzusprechen und sein/ihr Einverständnis einzuholen. Ohne eine solche vorherige Absprache, welche gegenüber dem Prüfungsamt per Formular zu dokumentieren ist, dürfen externe Praktika nicht begonnen werden.

Zur Unterstützung der Organisation und Finanzierung von Praktika im Ausland (z.B. über das Erasmus-Programm der Europäischen Union) wird weiterhin empfohlen, spätestens drei Monate vor Praktikumsstart mit der/ dem Auslandsbeauftragten der Fakultät für den Fachbereich Chemie (Email: [erasmus@chemie.uni-freiburg.de](mailto:erasmus@chemie.uni-freiburg.de)) oder der Technischen Fakultät Kontakt aufzunehmen.

## Epilog

**Studiengangsleitung** des MSc Sustainable Materials (alle Profillinien):

Prof. Harald Hillebrecht (Fakultät für Chemie und Pharmazie): [harald.hillebrecht@ac.uni-freiburg.de](mailto:harald.hillebrecht@ac.uni-freiburg.de)

**Akademische Leitung** der Profillinie Functional Materials:

Prof. Anna Fischer (Fakultät für Chemie und Pharmazie): [anna.fischer@ac.uni-freiburg.de](mailto:anna.fischer@ac.uni-freiburg.de)

Prof. Oliver Dumele (Fakultät für Chemie und Pharmazie): [oliver.dumele@oc.uni-freiburg.de](mailto:oliver.dumele@oc.uni-freiburg.de)

Prof. Claas Müller (Technische Fakultät): [claas.mueller@imtek.uni-freiburg.de](mailto:claas.mueller@imtek.uni-freiburg.de)

**Studiengangkoordination** der Profillinie Functional Materials:

Prof. Claas Müller (Technische Fakultät): [fumat@uni-freiburg.de](mailto:fumat@uni-freiburg.de)

Bitte nutzen Sie unbedingt auch den **ILIAS Kurs der Studiengangkoordination Chemie „Informationen zum Studium“!** Hier finden Sie alle studienrelevanten Informationen wie z.B. Termine, Fristen, Ansprechpersonen, Formulare, usw. Der Beitritt zum Kurs ist direkt unter folgendem Link möglich: [https://ilias.uni-freiburg.de/goto.php?target=crs\\_2328313&client\\_id=unifreiburg](https://ilias.uni-freiburg.de/goto.php?target=crs_2328313&client_id=unifreiburg)

...oder bequem per QR Code:

