

Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.) Chemie

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI
FREIBURG**



Einleitende Worte

Dieses Modulhandbuch dient als Einstiegshilfe und Leitfaden für das Studium im Masterstudiengang Chemie (M.Sc.) in Freiburg. Es enthält allgemeine Informationen über die Universität Freiburg als Studienort, sowie der Chemie als Studienfach, außerdem einen Überblick über Struktur und Ablauf des Masterstudiengangs Chemie in Freiburg. Kernstück ist der Modulkatalog, der die Details über die Lehrveranstaltungen der Module beinhaltet.

Das Modulhandbuch wurde mit Sorgfalt erstellt und bietet eine große Fülle an Informationen in verständlicher Form. Eine Garantie auf Vollständigkeit oder Beantwortung aller Fragen kann gleichwohl nicht gegeben werden. Falls Sie Fragen haben, die im Modulhandbuch nicht beantwortet werden, so wenden Sie sich vertrauensvoll an die Anlaufstellen, die im Anhang genannt werden. Auch Ergänzungen oder Korrekturen sind willkommen.

Zur besseren Lesbarkeit wird darauf verzichtet, weibliche und männliche Personenbezeichnungen im vorliegenden Bericht aufzuführen. In allen Fällen geschlechterspezifischer Bezeichnungen sind sowohl Frauen als auch Männer gemeint.

Stand: Juli 2018

Inhaltsverzeichnis

Einleitende Worte	2
1. der Arbeitsmarkt für Chemiker	3
2. Voraussetzungen für das Studium	3
3. in Freiburg studieren– die Stadt und die Universität	4
4. Forschungsschwerpunkte in der Chemie	4
5. Was ist der Masterstudiengang Chemie in Freiburg?	6
6. Wie lese ich eine Modulbeschreibung?	13
7. Modulbeschreibungen im Master:	14
Anhang	

1. Der Arbeitsmarkt für Chemiker

Chemiker erwerben im Rahmen der breit angelegten Bachelor und Master Studiengänge Chemie ein ausgeprägtes analytisches Denken. Das qualifiziert sie für vielfältige Aufgaben innerhalb und außerhalb der Chemie. Chemiker übernehmen bevorzugt Führungs-, Planungs- und Managementaufgaben.



Arbeitsplätze für Absolventen des Masterstudiengangs Chemie gibt es in der chemischen und pharmazeutischen Industrie, sowie in der Kunststoffverarbeitenden Industrie. Weitere Arbeitgeber sind andere Industriezweige, in denen chemische Kenntnisse oder andere Qualifikationen, die im Studium erworben werden, benötigt werden, der Öffentliche Dienst (Umweltüberwachung, Hochschulen) und öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen (MPG, FHG, Helmholtz-Gemeinschaft).

Chemiker arbeiten in der Regel nicht mehr selbst im Labor, sondern übernehmen die Laborleitung. Im Bereich des Umweltschutzes und der medizinischen Chemie werden die Aufgaben immer vielfältiger. Vor allem in dem Bereich Analytik stellen sich komplizierte Aufgaben, die es zu lösen gilt.

Verstöße gegen Umweltschutzaufgaben müssen erkannt werden, die Medikamentensicherheit muss gewährleistet werden, aber auch die produzierenden Betriebe müssen für einen reibungslosen Ablauf der technischen Prozesse sorgen. Neben diesen, eher am Fach orientierten Einsatzmöglichkeiten, spielt auch das Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit eine zunehmende Rolle. Fachliches Chemie-Know-how ist hier oft Mangelware und komplexe Zusammenhänge müssen durch Chemiker in Schnittstellenpositionen einfach und dennoch präzise erklärt werden.

2009 begannen bundesweit über 90% der Master-Absolventen eine Promotion. Laut GDCh gibt es demnach keine Anzeichen dafür, dass Bachelor-/Master-Absolventen auf eine Promotion verzichten, um die Hochschule mit einem Bachelor- oder Masterabschluss zu verlassen (vgl. Umfrage der GDCh Chemiestudiengänge in Deutschland, Statistische Daten 2009, Juni 2010).

Der Masterabschluss ist mit dem bisherigen Abschluss Diplom Chemiker vergleichbar. Typische Berufsfelder für Chemiker mit M.Sc.-Abschluss sind außer Forschung und Entwicklung auch Qualitätskontrolle, Technische Entwicklung und Kundendienst bei Geräteherstellern, Leitung von analytischen Untersuchungslaboratorien, TÜV und Gewerbeaufsichtsämter, Software-Entwicklung und Netzwerkbetreuung bei mittelständischen Unternehmen (Angewandte Informatik) sowie Wissenschaftsjournalismus.

2. Voraussetzungen für das Studium

Ein Bachelor-Studium mit folgenden Bedingungen ist Voraussetzung für den Masterstudiengang Chemie:

Nachweis eines ersten berufsqualifizierenden Abschluss an einer deutschen oder einer ausländischen Hochschule im Bachelor-Studiengang Chemie oder in einem Bachelor-Studiengang Chemie verwandten, mindestens dreijährigen Studiengang.

Als verwandte Studiengänge gelten Studiengänge, in denen mindestens **120 ECTS Punkte in Fachgebieten der Chemie** und mindestens **15 ECTS Punkte in den Fächern Mathematik und Physik** erworben werden.

Bewerber müssen über Kenntnisse der deutschen Sprache, die mindestens dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens verfügen, sowie Kenntnisse der englischen Sprache, die mindestens dem Niveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens entsprechen, aufweisen.

Bewerber müssen ein Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife oder eine von der zuständigen staatlichen Stelle als gleichwertig anerkannte Hochschulzugangsberechtigung erworben haben.

3. In Freiburg studieren – die Stadt und die Universität

Die im Jahr 1457 gegründete Albert-Ludwigs-Universität ist eine der ältesten und renommiertesten Hochschulen Deutschlands mit etwa 20.000 Studierenden. Mehr als 140 Studienfächer mit einer Vielzahl von Abschlussmöglichkeiten stehen in 11 Fakultäten zur Auswahl. Die Universität prägt nachhaltig das Leben der Stadt: So finden sich rund um die Universität viele gut besuchte Cafés und Kneipen.



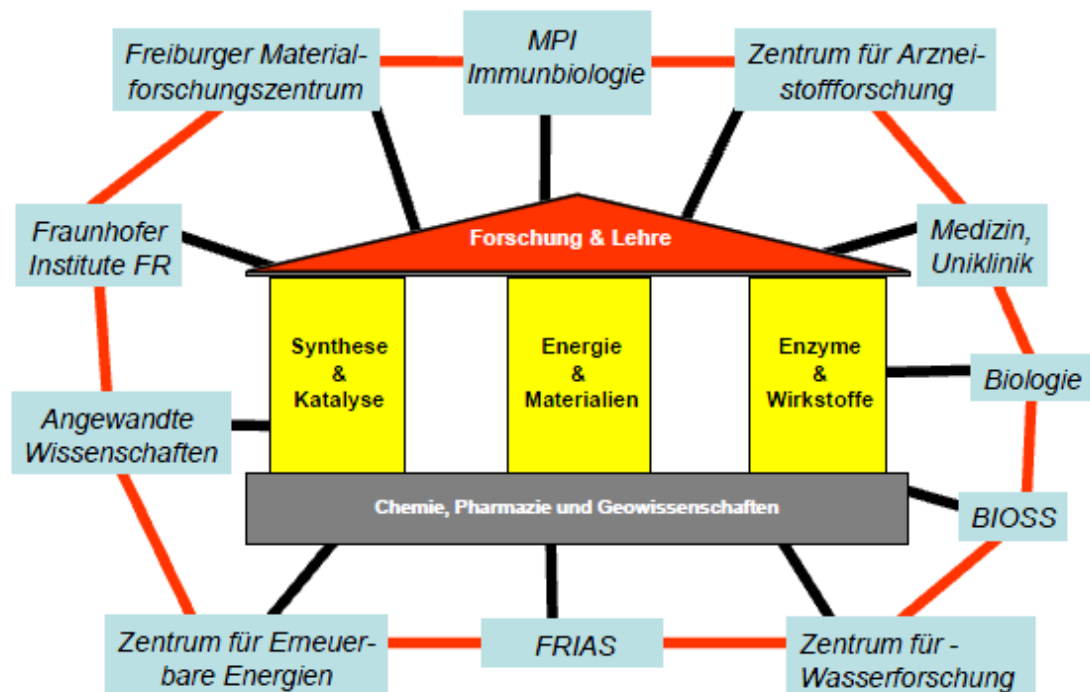
Die Universität mit dem Klinikum ist nicht nur wegen der vielen Studierende für die Stadt von Bedeutung, sie ist mit ihren circa 13.000 Arbeitsplätzen einer der wichtigsten Arbeitgeber in Südbaden.



Neben dem Freizeitwert von Stadt und Umgebung sowie der Nähe zum Elsass und der Schweiz ist es vor allem die wissenschaftliche Vielfalt, die viele Studierende an die Freiburger Alma Mater zieht. Die Universität ist nicht die einzige Forschungseinrichtung in Freiburg. Forschung wird auch sonst in der Schwarzwaldmetropole großgeschrieben: an fünf Forschungsinstituten der Fraunhofer-Gesellschaft, an zwei Instituten der Max-Planck-Gesellschaft oder am Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik der Wilhelm-Leibniz-

Gemeinschaft, die zum Teil aus Lehrstühlen der Universität hervorgegangen sind. Mit allen Instituten, die in ihren Fachgebieten einen hervorragenden wissenschaftlichen Ruf genießen, arbeitet die Universität eng zusammen. Die Leiter der Institute sind in der Regel gleichzeitig Professoren an der Freiburger Universität. Enge Verbindungen bestehen auch zur Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, zum Staatlichen Weinbauinstitut, zum Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach, zum Arnold-Bergsträsser-Institut, zum Walter-Eucken-Institut, zum Ökoinstitut und zum Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft.

4. Forschungsschwerpunkte in der Chemie



Die Freiburger Chemie, die in der Fakultät für Chemie und Pharmazie verankert ist, setzt Schwerpunkte in den Bereichen „Synthese und Katalyse“, „Energie und Materialien“ und „Enzyme und Wirkstoffe“.

Die Biochemie und die Physikalische Chemie weisen Schwerpunkte in dem Bereich Enzyme und Wirkstoffe auf, die Organische Chemie hat einen Schwerpunkt im Bereich Synthese und Katalyse und die Makromolekulare Chemie und die Anorganische Chemie finden sich in den Bereichen Synthese und Katalyse, sowie Energie und Materialien wieder.

Beispiele für aktuelle DFG Projekte und sonstige Forschungsschwerpunkte der Freiburger Chemie:

- Elektronendichten als Schlüssel zum Verständnis chemischer Wechselwirkungen
- Ionische Flüssigkeiten
- Magnetische Resonanz
- Kolloidchemie
- Membranproteine
- Metalloproteine
- Lichtrezeptoren
- Molekulare Biophysikalische Chemie
- Strukturierte makromolekulare Netzwerksysteme
- Bionik: Vom biologischen Vorbild zum bionischen Produkt

- Selbstheilende Polymerwerkstoffe
- Der Biogeochemische Stickstoffkreislauf
- Katalyseprinzipien in der organischen Chemie

5. Was beinhaltet der Masterstudiengang Chemie in Freiburg?



Zum Wintersemester 2010/2011 wird an der Albert-Ludwigs-Universität der M.Sc. Studiengang Chemie eingeführt. Der Studiengang baut konsekutiv auf die in einem B.Sc. Studium in Chemie gelegten Grundlagen und erworbenen Fähigkeiten auf. Im Rahmen des M.Sc. Studiengangs vertiefen die Studierenden ihr methodisch-analytisches Wissen in den chemischen Fächern bis hin zu dem aktuellen Forschungsstand.

Bezüge zu chemieverwandten Wissenschaftsgebieten sollen in ihrer Bedeutung erkannt und nutzbringend eingesetzt werden. Der M.Sc. Studiengang bietet die Möglichkeit zur fachlichen Vertiefung und Spezialisierung, sowie zum Erwerb interdisziplinärer Qualifikationen. Einige der Lehrveranstaltungen (das Forschungspraktikum, Veranstaltungen aus dem Modul „Methoden und Konzepte“) können sehr gut im Ausland absolviert werden, so dass die Studierenden die Internationalität von Forschung erfahren, eine Vertiefung ihres methodisch analytischen Wissens auf internationalem Niveau erwerben und ebenfalls interkulturelle Kompetenzen nebenbei erlernen können. Durch Kontakte der Universität zu anderen Partnerhochschulen im Ausland (Erasmusprogramme, Kontakte einzelner Professoren zu ausländischen Hochschulen) wird dies sehr gefördert und unterstützt. **Die ECTS Punkte Vergabe ist so konzipiert, dass ein komplettes Semester an einer anderen Hochschule absolviert werden kann, ohne dass sich dadurch die Studienzeit verlängert.**

Die Studierenden lernen, eigene Ideen in einem Forschungsgebiet zu entwickeln und diese kreativ wissenschaftlich umzusetzen. Durch die enge Verknüpfung von Forschung und Lehre ist die Ausbildung in weiten Teilen projektbezogen, forschungsorientiert und widmet sich aktuellen Themen.

Die Studierenden sollen ihren Begabungen und Neigungen entsprechend befähigt werden, Fragestellungen wissenschaftlich korrekt zu bearbeiten und kritisch zu beurteilen. Die Absolventen sind in der Lage, selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten und Probleme auch in unbekannten Kontexten zu lösen. Die Ausbildung ist so angelegt, dass der Master-Abschluss in Niveau und Qualität mindestens dem Chemie-Diplom entspricht.

Das besondere Merkmal des Masterstudiengangs Chemie ist die Auswahl zwischen einer Spezialisierung und einer fachliche Breite im Rahmen des Studiums – durch ein breitgefächertes Angebot, gerade in dem Modul „Methoden und

Konzepte“ können die Studierenden entweder auf Basis einer breiten Pflichtausbildung Kompetenzen in einem festgelegten Spezialgebiet erwerben, oder sie entscheiden sich dafür, die Fähigkeit zu erwerben, sich von einer soliden Grundlage aus in die verschiedenen chemischen Spezialgebiete rasch und effizient einzuarbeiten zu können. Studierende können nach dem 1. Studienjahr selbst entscheiden, ob sie sich fachlich konzentrieren oder weiterhin ein breites Spektrum der chemischen Fächer abdecken möchten.

Die Module des M.Sc. Studiengangs Chemie umfassen folgende Fachgebiete:

- Anorganische Chemie
- Organische Chemie
- Physikalische Chemie
- Biochemie oder Makromolekulare Chemie

Insgesamt werden im Masterstudiengang vier der fünf Fachgebiete studiert. Die Studierenden können wählen, in welchem Umfang die Fachgebiete studiert werden:

- drei der Fachgebiete werden als Grundlagenmodul im Umfang von je 14 ECTS Punkte belegt
- eins der Fachgebiete, in dem dann auch die Masterarbeit angefertigt wird, wird als Vertiefungsmodul im Umfang von 20 ECTS Punkten belegt

Die Studierenden entscheiden sich spätestens am Ende des 2. Fachsemesters für das Vertiefungsmodul, indem sie in dem entsprechenden Fachgebiet zusätzliche Vorlesung(en) und das Vertiefungspraktikum belegen.

Der Masterstudiengang Chemie

1. Grundlagenmodule (3 mal je 14 ECTS Punkte)

In drei der fünf angebotenen Fachgebiete müssen Grundlagenmodule absolviert werden. Jedes Grundlagenmodul besteht aus **mind. zwei Vorlesungen (6 ECTS Punkte)** und einem **Master-Grundpraktikum (7 ECTS Punkte)**.

Vorlesungen in Grundlagenmodulen sind teilweise Pflichtveranstaltungen, teilweise können aus einer Auswahl verschiedener Themen Vorlesungen als Wahlpflichtveranstaltungen belegt werden. Die besuchten Vorlesungen sind die Grundlage der **mündlichen Modulteilprüfungen (1 ECTS Punkt)**.

In den Grundlagenmodulen wird i.d.R. ein Master-Grundpraktikum absolviert. Aufbauend auf den in den Vorlesungen erworbenen Kenntnissen wird die Anwendung chemischer Methoden trainiert und vertieft.

Modul	Art	Pflicht / Wahlpflicht	ECTS Punkte	Semester	Studienleistung / Prüfungsleistung
Drei Module aus: o Anorganische Chemie o Organische Chemie	V	P/WP	6	1 oder 2	SL
	GPr	P	7	1 oder 2	PL: schriftlich, mündlich, praktisch

o Physikalische Chemie o Biochemie oder Makromolekulare Chemie	MTP	P	1	1 oder 2	PL: mündlich
---	-----	---	---	----------	--------------

Abkürzungen zu den Tabellen (auch den folgenden):

Art = Art der Veranstaltung; Semester = empfohlenes Fachsemester; V = Vorlesung; GPr = Master-Grundpraktikum; VPr = Vertiefungspraktikum; MTP = Modulteilprüfung; Ü = Übung; Pr = Praktikum; FPr = Forschungspraktikum; MA = Masterarbeit; P = Pflichtveranstaltung; WP = Wahlpflichtveranstaltung; SL = Studienleistung; PL = Prüfungsleistung

2. Vertiefungsmodul (20 ECTS Punkte)

Das Vertiefungsmodul muss in einem Fachgebiet absolviert werden, das der Studierende nicht bereits als Grundlagenmodul belegt. Jedes Vertiefungsmodul besteht i.d.R. aus mind. **drei Vorlesungen (9 ECTS Punkte)**, die teils Pflicht- teils Wahlpflichtveranstaltungen sind, sowie einem **Vertiefungspraktikum (10 ECTS Punkte)** und einer **mündlichen Modulteilprüfung (1 ECTS Punkt)**. Im Vertiefungspraktikum werden die Methodenkenntnisse über das Niveau des Master-Grundpraktikums hinaus vertieft und deren Anwendung in neuen Kontexten geübt.

Modul	Art	Pflicht / Wahlpflicht	ECTS Punkte	Semester	Studienleistung / Prüfungsleistung
Ein Modul aus: o Anorganische Chemie o Organische Chemie o Physikalische Chemie o Biochemie oder Makromolekulare Chemie	V	P/WP	9	1, 2 oder 3	SL
	VPr	P	10	3	PL: schriftlich, mündlich, praktisch
	MTP	P	1	1, 2 oder 3	PL: mündlich

3. Methoden und Konzepte (13 ECTS Punkte)

Modul	Art	Pflicht / Wahlpflicht	ECTS Punkte	Semester	Studienleistung / Prüfungsleistung
Methoden und Konzepte	V, Ü, Pr, S	WP	13	1, 2 und 3	SL

Für die Lehrveranstaltungen des Moduls „Methoden und Konzepte“ gibt es im Modulhandbuch eine Liste von regelmäßig angebotenen Veranstaltungen und im jeweils aktuellen Vorlesungsverzeichnis befindet sich eine aktuelle Liste der möglichen Veranstaltungen. Diese Veranstaltungen können auch interdisziplinär wahrgenommen werden bzw. können nach Absprache in anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland absolviert und anerkannt werden.

4. Mastermodul (45 ECTS Punkte)

Modul	Art	Pflicht / Wahlpflicht	ECTS Punkte	Semester	Studienleistung / Prüfungsleistung
Mastermodul	FPr	P	15	3	SL

	MA	P	30	4	PL: schriftlich
--	----	---	----	---	-----------------

In Absprache mit den Fachvertretern kann das Forschungspraktikum in anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland absolviert und anerkannt werden. Für jeden Studierenden wird ein individueller Studienplan erstellt, der sich am Fachgebiet orientiert, in dem die Bachelor-Arbeit erstellt wurde. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Studierenden ihrem individuellen Niveau angemessen studieren können.

Insgesamt gibt es drei Studienvarianten, die in den folgenden Abbildungen skizziert sind.

Variante 1:

Der Studierende entscheidet sich für das Fachgebiet als Vertiefungsmodul, in dem er bereits die Bachelor-Arbeit angefertigt hat. Er belegt drei Grundlagenmodule, die jeweils das Master-Grundpraktikum beinhalten und das Vertiefungsmodul mit dem Vertiefungspraktikum.

Variante 2:

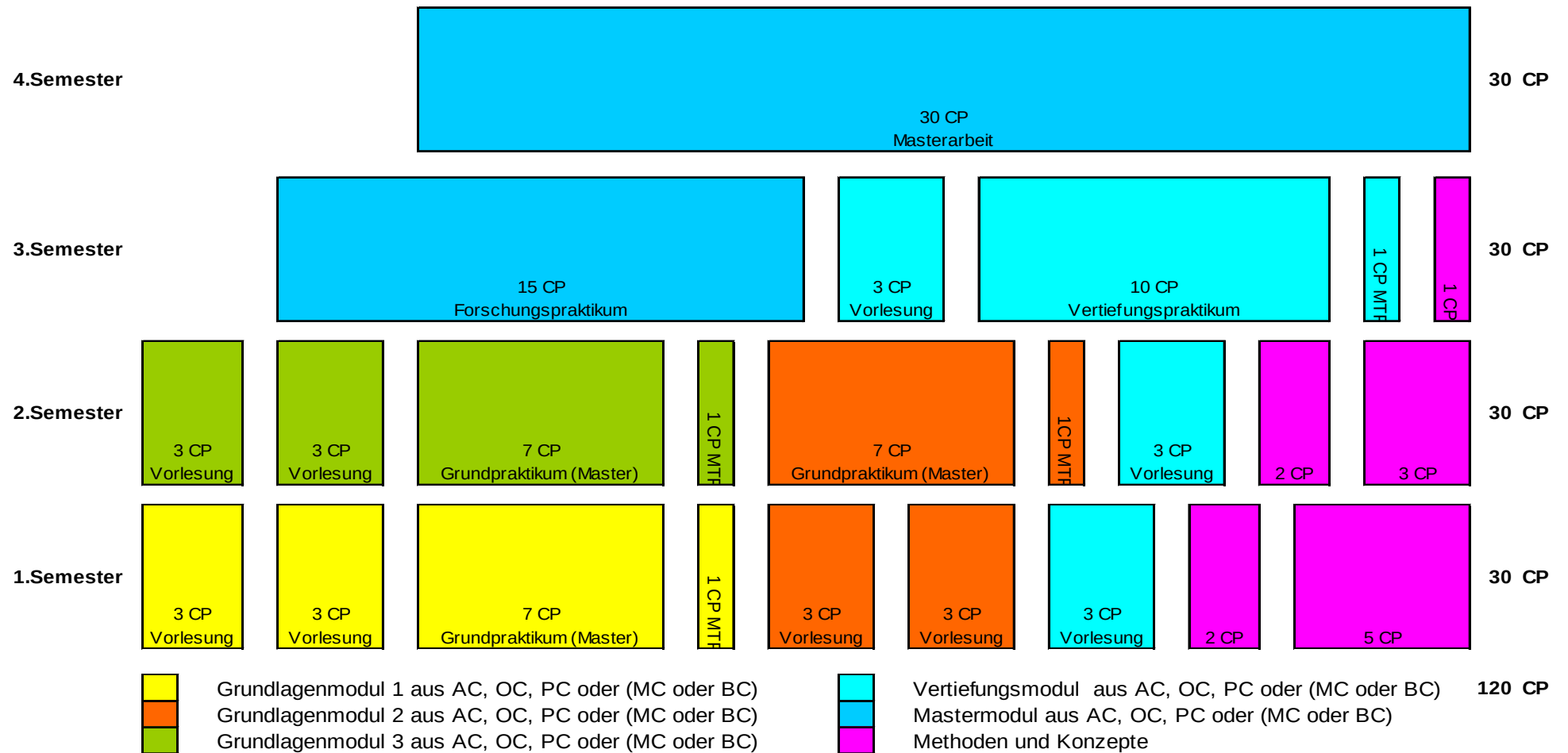
Der Studierende entscheidet sich für ein Fachgebiet als Vertiefungsmodul, in dem er keine Bachelor-Arbeit angefertigt hat. In diesem Fall wird das Master-Grundpraktikum¹ des Grundlagenmoduls, in dem Fach in dem die B.Sc. Arbeit angefertigt wurde, in Absprache mit dem Fachvertreter erlassen. Dafür muss zum Ausgleich neben dem Vertiefungspraktikum auch das Master-Grundpraktikum im Fach des Vertiefungsmodul absolviert werden.

Variante 3

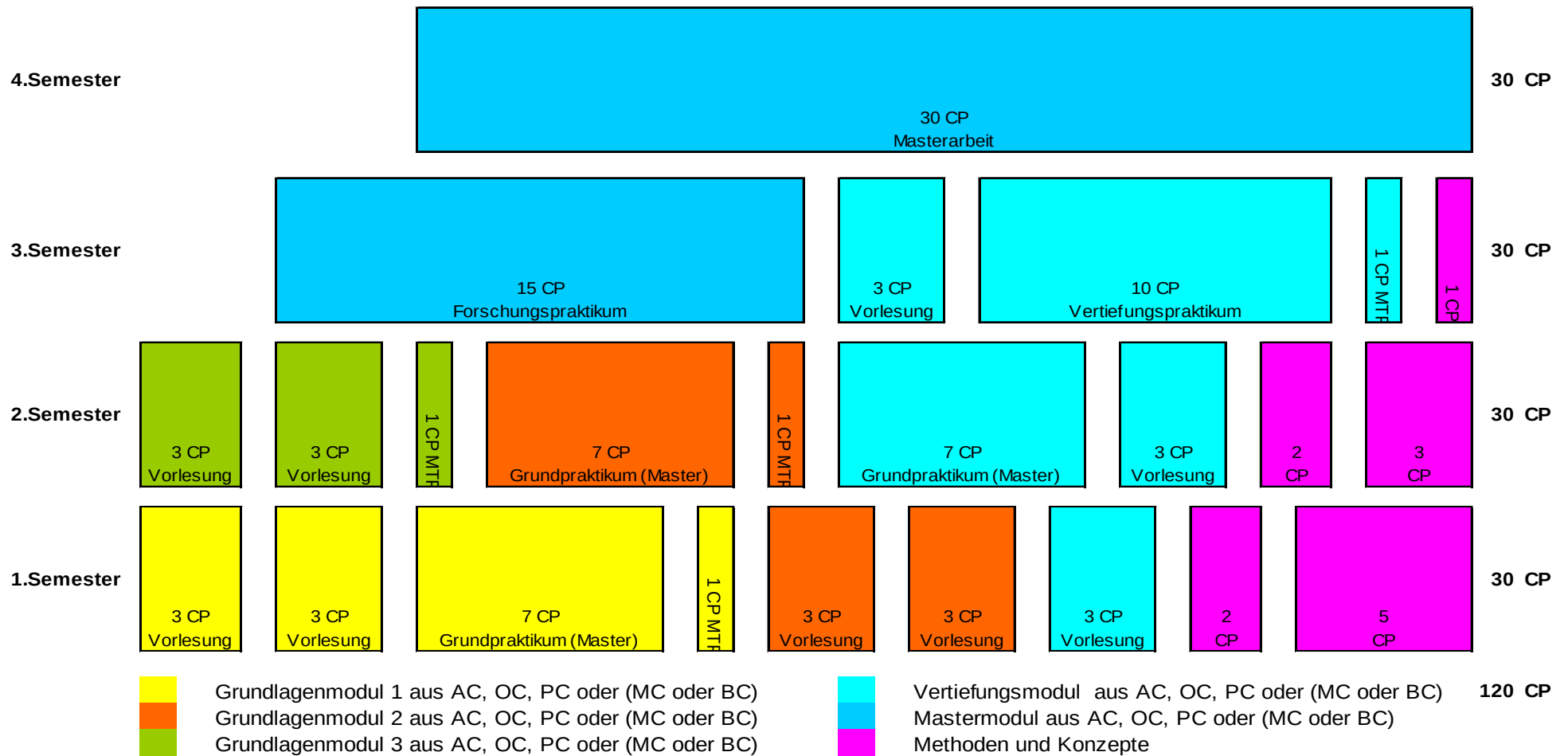
Die Bachelor-Arbeit wurde in einem Fachgebiet erstellt, das nicht an der Universität Freiburg angeboten wird oder der Studierende möchte freiwillig alle vier Grundpraktika absolvieren. In diesem Fall ist das Master-Grundpraktikum sowohl in den drei Grundlagenmodulen als auch in dem Vertiefungsmodul zu absolvieren. Für das zusätzliche Master-Grundpraktikum werden den Studierenden sieben ECTS Punkte im Modul „Methoden und Konzepte“ angerechnet.

¹ In der Physikalischen Chemie wird das Master-Grundpraktikum nicht erlassen, es wird von 6 auf 2 Versuche verkürzt, wenn die Bachelorarbeit in der Physikalischen Chemie stattgefunden hat.

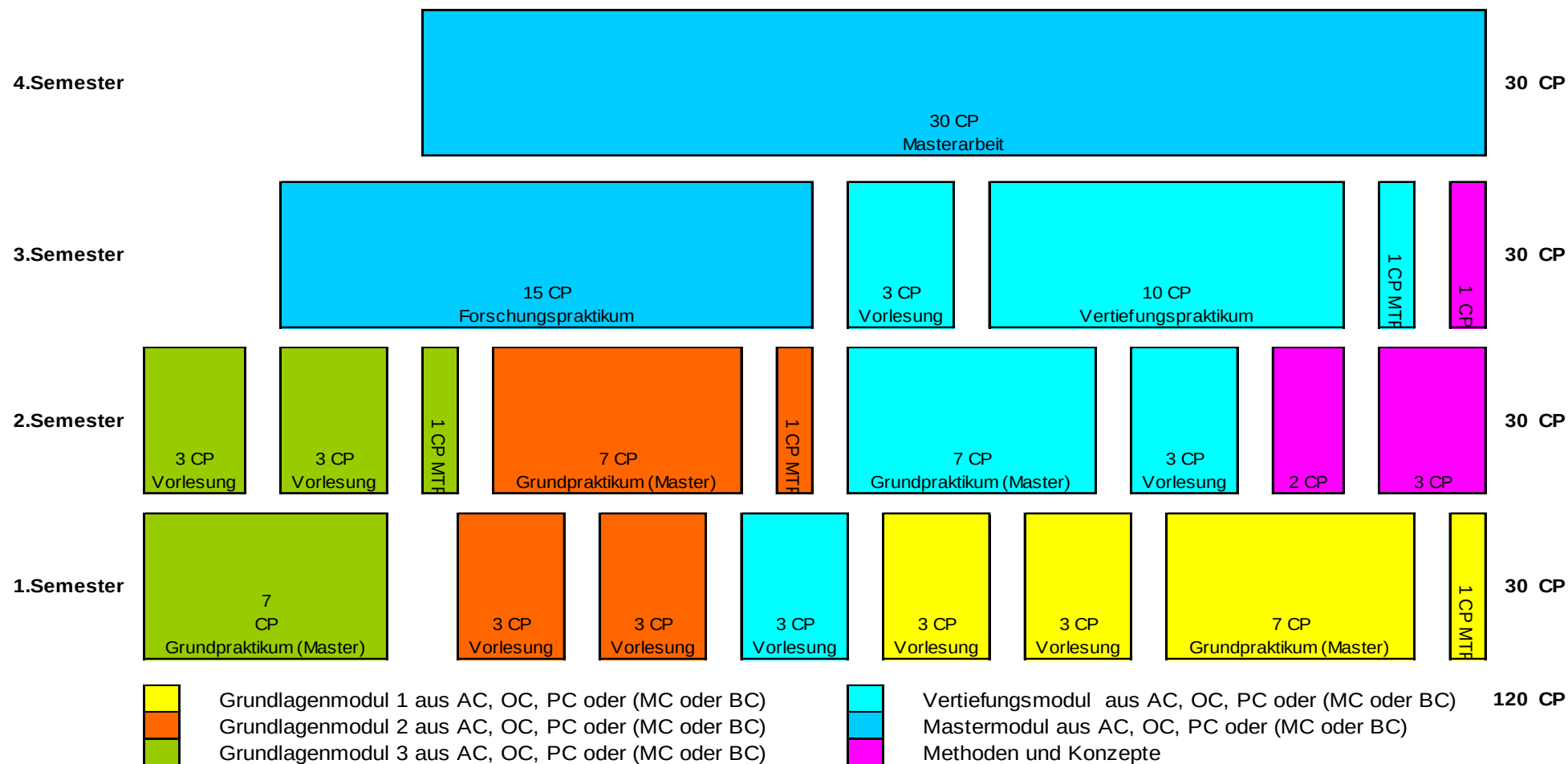
Variante 1: Masterarbeit im gleichen Fachgebiet wie die Bachelor-Arbeit.



Variante 2: Masterarbeit in einem anderen Fachgebiet als die Bachelor-Arbeit.



Variante 3: Bachelor-Arbeit in einem nicht an der Universität Freiburg vertretenem Fachgebiet.



6. Wie lese ich eine Modulbeschreibung?

Alle Veranstaltungen aus dem **Pflichtbereich** MÜSSEN absolviert werden; aus dem **Wahlpflichtbereich** müssen Veranstaltungen von mind. 6 ECTS Punkte erfolgreich besucht/absolviert werden. Die Studierenden können diese Veranstaltungen frei wählen.

Die Lehrveranstaltungen sind mit a., b., c. ... beschrieben; diese Buchstaben finden sich unter Turnus, Lernziele und Lehrinhalt wieder.

a. ist immer das Grundlagenpraktikum (Master) bzw. das Vertiefungspraktikum (=Pr)

b. ist die mündliche Modulteilprüfung (=MTP)

c. -x. sind die Pflicht- und Wahlpflichtvorlesungen (=VL)

Untertitel	Master/Pflichtmodul	Modulpunkte
Empfohlenes Semester:	1. / 2.	14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Pflicht (7 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Anorganische Chemie	Pr	160 h	50 h	7	
b. Modulteilprüfung	MTP	1 h	29 h	1	
Wahlpflicht (mind. 6 ECTS Punkte)					
c. Anorganische Chemie Molekülchemie	VL	30 h	60 h	3	2

Modulverantwortlicher	Prof. XXXX
Dozenten	Dozenten der Institute
Turnus	a./b. jedes Semester c. jedes Wintersemester

Sprache deutsch

Voraussetzungen Mindestens 80 ECTS Punkte

Lernziele Die Studierenden können wissenschaftliche Texte kritisch lesen,...

Lehrinhalt

Studien- und Prüfungsleistungen

Vorlesungsaufzeichnungen -

Weitere Informationen -

Export / Import Fakultät für Chemie und Pharmazie

Kontaktzeiten sind Zeiten, die an der Uni meist in Form von Vorlesungen; Praktika und sonstigen Anwesenheiten erbracht werden. Das **Selbststudium** ist das Nacharbeiten von Praktika, das eigenständige Lernen zuhause, in der Bibliothek, ...
1 ECTS Punkte entspricht einem Arbeitsaufwand von 30 h – egal ob Labor; Vorlesung oder Übungen

In Zweifelsfällen bitte eine mögliche Teilnahme mit den betreffenden Dozenten absprechen.

Export/Import gibt an, welche Fakultät die Lehrveranstaltung anbietet; in der Chemie sind das „Fakultät für Chemie und Pharmazie“; „Fakultät für Mathematik und Physik“ und die „Fakultät für Medizin“.

7. Modulbeschreibungen im Master:

Modulname	Grundlagenmodul Anorganische Chemie
Fach	Anorganische Chemie
Untertitel	AC GM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1. / 2. 14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr-Form	Kontakt-zeit	Selbst-Studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (8 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Anorganische Chemie	Pr	120 h	90 h	7	8
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
Wahlpflicht (mind. 6 ECTS Punkte)					
c. Anorganische Chemie Molekülchemie oder	VL	30 h	60 h	3	2
d. Koordinationschemie	VL	30 h	60 h	3	2
e. Festkörperchemie I (Struktur-Eigenschafts-Relationen) oder	VL	30 h	60 h	3	2
f. Festkörperchemie II (Anorganische Strukturchemie)	VL	30 h	60 h	3	2
g. Anorganische Funktionsmaterialien	VL	30 h	60 h	3	2
weitere Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Methoden und Konzepte	VL				
h. Symmetrie für Chemiker	VL				
i. Kristallographie für Chemiker	VL				
j. Röntgenbeugung	VL				
k. Schwingungsspektroskopie	VL				
l. Festkörpersynthesemethoden	VL				
m. Technische Anorganische Chemie	VL				
n. Organische Funktionsmaterialien	VL				
o. Angewandte Festkörperchemie	VL				
p. Anorganische Fluorchemie	VL				
q. Boride, Carbide und Nitride der Hauptgruppenelemente	VL				
r. Metallorganische Chemie	VL				
s. Chemie von und mit schwach koordinierenden Anionen	VL				
t. Chemie in nichtwässrigen anorganischen Lösungsmitteln	VL				
u. Heteronukleare NMR-Spektroskopie	VL				

Modul-verantwortlicher Prof. Dr. Harald Hillebrecht (harald.hillebrecht@ac.uni-freiburg.de)
Institut für Anorganische und Analytische, Universität Freiburg, Albertstr. 21, 79104 Freiburg

Dozenten Die Dozenten der Anorganischen Chemie

Turnus a./b. jedes Semester
d./f. jedes Wintersemester
c./e./g. jedes Sommersemester

Sprache Deutsch

Voraussetzungen	b. Das Master-Grundpraktikum Anorganische Chemie muss erfolgreich absolviert worden sein (oder anerkannt worden sein).
Lernziele	a. Die Studierenden können fortgeschrittene Synthesemethoden der anorganischen Chemie praktisch anwenden. Sie können unter Inertbedingungen mit empfindlichen / pyrophoren Substanzen arbeiten und spezifische Techniken für die Synthese und Einkristallzüchtung nicht-molekularer Feststoffe selbstständig durchführen. Die Studierenden können Spektren bzw. Röntgendiffraktogramme zur Charakterisierung der Präparate selbstständig auswerten. c. Die Studierenden können Struktur und Reaktivität anorganischer und metallorganischer Molekülverbindungen erklären und erlernte Konzepte zum Verständnis der Stoffchemie anwenden. d. Die Studierenden können Struktur, thermodynamische Stabilität, Reaktivität und Eigenschaften von Koordinationsverbindungen und Metallorganen anhand von Bindungstheorien und anorganisch-chemischen Konzepten erklären. e. Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen atomarer bzw. elektronischer Struktur anorganischer Festkörperverbindungen und deren physikalischer Eigenschaften erklären. f. Die Studierenden wenden Bindungskonzepte zum Verständnis der Strukturchemie anorganischer Festkörperverbindungen an. Sie ordnen und systematisieren Kristallstrukturen anhand spezifischer Merkmale und Verwandtschaftsbeziehungen. g. Die Studierenden kennen die grundlegenden Syntheseprinzipien für anorganische Funktionsmaterialien. Sie kennen die wichtigsten Materialklassen und können exemplarisch Anwendungsmöglichkeiten skizzieren. Sie sind über die besonderen Aspekte von mikro- und nanostrukturierten Materialien orientiert.
Lehrinhalt	a. Das präparativ ausgerichtete Praktikum besteht aus dem Teil Molekülchemie (I) und dem Teil Festkörperchemie (II). I. Präparatives Arbeiten unter Inertbedingungen mit empfindlichen / pyrophoren Substanzen (Phosphane, Silane, Metallalkyle, Übergangsmetallkomplexe, Brønsted-Supersäuren, schwach koordinierende Anionen / Kationen), spektroskopische Charakterisierungsmethoden (NMR-, IR- und Raman-Spektroskopie) II. Spezifische Synthesemethoden und -techniken für anorganische Festkörper und Funktionsmaterialien (Sol-Gel-Synthesen, Festkörperreaktionen, Solvothermalsynthesen, Schmelzlösungskristallisationen, chemische Transportreaktionen), Charakterisierung über Röntgenbeugung, IR- und Raman-Spektroskopie. c. Ausgehend von fundamentalen chemischen Konzepten wie Ionisierungsenergien, Elektronenaffinitäten bzw. Elektronegativität, werden mittels VB- und MO-Theorie Strukturen und Reaktivität anorganischer und metallorganischer Molekülverbindungen erklärt. Die behandelten Stoffklassen sowie technisch wichtige Synthesen umfassen: molekulare Halogenide, Oxide, Sulfide, Amide, Phosphide, Hydride, Nichtmetallverbindungen der Elemente Si, N, P, S. d. Die Vorlesung beinhaltet die Beschreibung von Bindungskonzepten und die hieraus abzuleitenden thermodynamischen, elektronischen und

magnetischen Eigenschaften von anorganischen Koordinationsverbindungen, Metallclustern und Metallorganen. Ausgehend von der Reaktivität der Verbindungen werden wichtige technische Synthesemethoden sowie homogen- und heterogenkatalytische Verfahren behandelt.

e. Die Vorlesung beinhaltet grundlegenden Struktur- und Bindungskonzepte für anorganische Festkörperverbindungen, deren thermodynamische Stabilität, Defektchemie sowie Methoden zur Synthese und Einkristallzüchtung. Chemische und elektronische Strukturen werden zu Materialeigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, dielektrische Polarisierung, kooperativer Magnetismus und optischen Phänomenen in Beziehung gesetzt.

f. Die Vorlesung umfasst Konzepte zur Beschreibung von Kristallstrukturen (Koordinationspolyeder und ihre Verknüpfung, dichteste Packungen und Besetzung der Lücken) sowie Konzepte der chemischen Bindung (ionisch, kovalent, metallisch). Ausgehend hiervon werden Kristallstrukturen der so abgeleiteten Stoffklassen behandelt: Nichtmetalle (Elementstrukturen), kovalente Verbindungen, polyanionische und polykationische Verbindungen, Metalle, intermetallische Phasen, Ionenkristalle.

g. In dieser Veranstaltung soll ein Überblick über das Themengebiet der anorganischen Funktionsmaterialien – Synthese, Charakterisierung, Anwendung – vermittelt werden. Es sollen verschiedene Typen an Funktionsmaterialien vorgestellt werden mit dem Ziel Struktur-Funktions-Korrelationen zwischen Zusammensetzung, Kristallinität, Nanostruktur, Mikrostruktur und finaler Funktion zu identifizieren. Darüber hinaus sollen Synthesekonzepte eingeführt werden, die es ermöglichen maßgeschneiderte Nanostrukturen zu synthetisieren. So sollen Synthesewege zu nanopartikulären Systemen, Dünnschichtsystemen und porösen Systemen vorgestellt werden. Alle eingeführten Konzepte werden an ausgewählten Beispielen im Bereich der Katalyse- und Energieforschung verdeutlicht.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Wenn in diesem Fachgebiet die Kompetenzen des Praktikums bereits außerhalb des Masterstudiums in Form von z.B. einer B.Sc. Arbeit erworben wurden, so kann das Praktikum in diesem Modul ersetzt werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c./d.; e./f.; g) im Umfang von 6 ECTS Punkten. Die Prüfungsdauer beträgt maximal 30 Min.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a und 70% b.

Ausnahme: Wenn das Praktikum erlassen wurde, errechnet sich die Modulnote zu 100% b.

Literatur

- c. C. E. Housecroft, *Anorganische Chemie*, Pearson, 2006
 - d. E. Riedel, R. Alsfasser, C. Janiak, T. M. Klapötke, H.-J. Meyer, *Moderne Anorganische Chemie*, 3. Aufl., de Gruyter, 2007
 - e. A. R. West: *Grundlagen der Festkörperchemie*, VCH, 1992
 - f. U. Müller: *Anorganische Strukturchemie*, Vieweg+Teubner, 2008
- Weitere Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

**Vorlesungs-
aufzeichnungen**

- c. http://portal.uni-freiburg.de/cknapp/lehre/vorlesungen/lehre_ac6_molchem.html/
- d. <http://www.ac.uni-freiburg.de/janiak/Lehre/aoch3>
- e. http://portal.uni-freiburg.de/fkchemie/lehre/vorlesung_fkc
- f. http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/strukturchemie_0.html

**Weitere
Informationen**

<http://portal.uni-freiburg.de/ac/>

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Vertiefungsmodul Anorganische Chemie
Fach	Anorganische Chemie
Untertitel	AC VM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	2. / 3. 20 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (11 ECTS Punkte)					
a. Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie	Pr	180 h	120 h	10	12
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
Wahlpflicht (mind. 9 ECTS Punkte)					
c. Anorganische Chemie Molekülchemie	VL	30 h	60 h	3	2
d. Koordinationschemie	VL	30 h	60 h	3	2
e. Festkörperchemie I (Struktur-Eigenschafts-Relationen)	VL	30 h	60 h	3	2
f. Festkörperchemie II (Anorganische Strukturchemie)	VL	30 h	60 h	3	2
g. Anorganische Funktionsmaterialien	VL	30	60 h	3	2
weitere Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Methoden und Konzepte	VL				
g. Symmetrie für Chemiker	VL				
h. Kristallographie für Chemiker	VL				
i. Röntgenbeugung	VL				
j. Schwingungsspektroskopie	VL				
k. Festkörpersynthesemethoden	VL				
l. Technische Anorganische Chemie	VL				
m. Organische Funktionsmaterialien	VL				
n. Angewandte Festkörperchemie					
o. Anorganische Fluorchemie	VL				
p. Boride, Carbide und Nitride der Hauptgruppenelemente	VL				
q. Metallorganische Chemie	VL				
r. Chemie von und mit schwach koordinierenden Anionen	VL				
s. Chemie in nichtwässrigen anorganischen Lösungsmitteln	VL				
t. Heteronukleare NMR-Spektroskopie					

Modul-verantwortlicher Prof. Dr. Harald Hillebrecht (harald.hillebrecht@ac.uni-freiburg.de)
Institut für Anorganische und Analytische, Universität Freiburg, Albertstr. 21, 79104 Freiburg

Dozenten Die Dozenten der Anorganischen Chemie

Turnus a./b. jedes Semester
d./f. jedes Wintersemester
c./e./g jedes Sommersemester

Sprache Deutsch

Voraussetzungen -

Lernziele a. Im Vertiefungspraktikum arbeiten die Studierenden selbstständig wissenschaftlich und wenden Methoden zur Gewinnung

forschungsrelevanter Informationen an.

Das Vertiefungspraktikum kann in Absprache mit dem Fachbereichslehrenden in einer Forschungseinrichtung oder an einer anderen Uni absolviert werden.

c. Die Studierenden können Struktur und Reaktivität anorganischer und metallorganischer Molekülverbindungen erklären und erlernte Konzepte zum Verständnis der Stoffchemie anwenden.

d. Die Studierenden können Struktur, thermodynamische Stabilität, Reaktivität und Eigenschaften von Koordinationsverbindungen und Metallorganen anhand von Bindungstheorien und anorganisch-chemischen Konzepten erklären.

e. Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen atomarer bzw. elektronischer Struktur anorganischer Festkörperverbindungen und deren physikalischer Eigenschaften erklären.

f. Die Studierenden wenden Bindungskonzepte zum Verständnis der Strukturchemie anorganischer Festkörperverbindungen an. Sie ordnen und systematisieren Kristallstrukturen anhand spezifischer Merkmale und Verwandtschaftsbeziehungen.

g. Die Studierenden kennen die grundlegenden Syntheseprinzipien für anorganische Funktionsmaterialien. Sie kennen die wichtigsten Materialklassen und können exemplarisch Anwendungsmöglichkeiten skizzieren. Sie sind über die besonderen Aspekte von mikro- und nanostrukturierten Materialien orientiert.

Lehrinhalt

a. In diesem Praktikum werden auf der Grundlage der bislang erworbenen Kenntnisse komplexere Sachverhalte vermittelt und in anspruchsvolle, den aktuellen Forschungsthemen angepasste, differenzierte methodische Anwendungen eingeführt. In Hinblick auf das folgende Forschungspraktikum und die abschließende Masterarbeit wird eine solide Basis zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten geschaffen.

c. Ausgehend von fundamentalen chemischen Konzepten wie Ionisierungsenergien, Elektronenaffinitäten bzw. Elektronegativität, werden mittels VB- und MO-Theorie Strukturen und Reaktivität anorganischer und metallorganischer Molekülverbindungen erklärt. Die behandelten Stoffklassen sowie technisch wichtige Synthesen umfassen: molekulare Halogenide, Oxide, Sulfide, Amide, Phosphide, Hydride, Nichtmetallverbindungen der Elemente Si, N, P, S.

d. Die Vorlesung beinhaltet die Beschreibung von Bindungskonzepten und die hieraus abzuleitenden thermodynamischen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften von anorganischen Koordinationsverbindungen, Metallclustern und Metallorganen. Ausgehend von der Reaktivität der Verbindungen werden wichtige technische Synthesemethoden sowie homogen- und heterogenkatalytische Verfahren behandelt.

e. Die Vorlesung beinhaltet grundlegende Struktur- und Bindungskonzepte für anorganische Festkörperverbindungen, deren thermodynamische Stabilität, Defektchemie sowie Methoden zur Synthese und Einkristallzüchtung. Chemische und elektronische Strukturen werden zu Materialeigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, dielektrische

Polarisation, kooperativer Magnetismus und optischen Phänomenen in Beziehung gesetzt.

f. Die Vorlesung umfasst Konzepte zur Beschreibung von Kristallstrukturen (Koordinationspolyeder und ihre Verknüpfung, dichteste Packungen und Besetzung der Lücken) sowie Konzepte der chemischen Bindung (ionisch, kovalent, metallisch). Ausgehend hiervon werden Kristallstrukturen der so abgeleiteten Stoffklassen behandelt: Nichtmetalle (Elementstrukturen), kovalente Verbindungen, polyanionische und polykationische Verbindungen, Metalle, intermetallische Phasen, Ionenkristalle

g. In dieser Veranstaltung soll ein Überblick über das Themengebiet der anorganischen Funktionsmaterialien – Synthese, Charakterisierung, Anwendung - vermittelt werden. Es sollen verschiedene Typen an Funktionsmaterialien vorgestellt werden mit dem Ziel Struktur-Funktions-Korrelationen zwischen Zusammensetzung, Kristallinität, Nanostruktur, Mikrostruktur und finaler Funktion zu identifizieren. Darüber hinaus sollen Synthesekonzepte eingeführt werden, die es ermöglichen maßgeschneidert Nanostrukturen zu synthetisieren. So sollen Synthesewege zu nanopartikulären Systemen, Dünnschichtsystemen und porösen Systemen vorgestellt werden. Alle eingeführten Konzepte werden an ausgewählten Beispielen im Bereich der Katalyse- und Energieforschung verdeutlicht.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Nach Wahl der/des Studierenden und in Absprache mit dem Fachprüfungsausschuss können 7 ECTS Punkte des Moduls „Methoden und Konzepte“ auch durch ein benotetes Master-Grundpraktikum in dem Fachgebiet, welches weder im Grundlagenmodul noch im Vertiefungsmodul belegt wurde, erworben werden.

Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c. – g.) im Umfang von 9 ECTS Punkten.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a. und 70% b.

Ausnahme: Wenn das Master-Grundpraktikum und das Vertiefungspraktikum absolviert wurden, setzt sich die Modulnote aus 70% b. + 15% Master-Grundpraktikum und 15% Vertiefungspraktikum zusammen.

Literatur

- c. C. E. Housecroft, *Anorganische Chemie*, Pearson, 2006
 - d. E. Riedel, R. Alsfasser, C. Janiak, T. M. Klapötke, H.-J. Meyer, *Moderne Anorganische Chemie*, 3. Aufl., de Gruyter, 2007
 - e. A. R. West: *Grundlagen der Festkörperchemie*, VCH, 1992
 - f. U. Müller: *Anorganische Strukturchemie*, Vieweg+Teubner, 2008
- Weitere Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

Vorlesungsaufzeichnungen

- c. http://portal.uni-freiburg.de/cknapp/lehre/vorlesungen/lehre_ac6_molchem.html/
- d. <http://www.ac.uni-freiburg.de/janiak/Lehre/aoch3>
- e. http://portal.uni-freiburg.de/fkchemie/lehre/vorlesung_fkc
- f. http://ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/strukturchemie_0.html

Dauer

Das Vertiefungspraktikum umfasst 8 Wochen (6 Wochen Praktikum

plus 2 Wochen zur Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 300 Arbeitsstunden.

<http://portal.uni-freiburg.de/ac/>

**Weitere
Informationen**

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Export / Import

Modulname	Grundlagenmodul Organische Chemie
Fach	Organische Chemie
Untertitel	OC GM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1./2. 14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (11 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Organische Chemie	Pr	140 h	70 h	7	9
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
c. Organische Chemie IV: Ausgewählte Aromaten und Heteroaromaten und/oder	VL	30 h	60 h	3	2
d. Organische Chemie V: C-C-Verknüpfungen für Fortgeschrittene ("Synthesemethoden I")	VL	30 h	60 h	3	2
Wahlpflicht (mind. 3 ECTS Punkte)					
e. Organische Chemie VI a: C/H- und C/Het-Verknüpfungsreaktionen ("Synthesemethoden II")	VL	30 h	60 h	3	2
f. Organische Chemie VI b: Retrosynthese bzw. Syntheseplanung und Synthesestrategie	VL	30 h	60 h	3	2
g. Organische Chemie VI c: Physikalisch-Organische Chemie	VL	30 h	60 h	3	2
h. Organische Chemie VI d: Chemical Biology	VL	30 h	60 h	3	2
i. Organische Chemie VI e: Funktionsmaterialien	VL	30 h	60 h	3	2

**Modul-
verantwortlicher** Prof. Dr. B. Breit (bernhard.breit@chemie.uni-freiburg.de)
Institut für Organische Chemie
Albertstr. 21, 79104 Freiburg

Dozenten Breit, Brückner, Esser, Jessen, Plattner und andere Dozenten des Instituts

Turnus a./b. jedes Semester
d./g./i. jedes Wintersemester
c/h. jedes Sommersemester
e./f. jedes 2. Sommersemester im Wechsel

Sprache Deutsch

Voraussetzungen b. Voraussetzung für die Zulassung zu der Modulteilprüfung, die als mündliche Prüfung den Stoff von a., c./d. und einer Wahlpflichtvorlesung aus e.-i. betrifft.
b. Das Master-Grundpraktikum Organische Chemie muss erfolgreich absolviert worden sein (oder anerkannt worden sein).

Lernziele Die Studierenden können elektronische und physikalische Eigenschaften von Aromaten und Heteroaromaten benennen und moderne Synthesemethoden dieser Stoffe beschreiben. Sie können die Zusammenhänge ausgewählter Gebiete der modernen Organischen Chemie erklären. Sie wenden fortgeschrittene präparative Techniken der Organischen Chemie an.

Lehrinhalt a. Vermittlung weiterführender Arbeitsweisen und -techniken der präparativen Organischen Chemie.

c. Nach Einführung der Hückel-Regel werden die Eigenschaften und Synthese verschiedener aromatischer und heteroaromatischer Systeme

besprochen, sowie die Anwendung dieser Substanzklassen in der Wirkstoff-Forschung.

d. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die gängigen C-C-bildenden Reaktionen. Neben der 1,2-Additionen von Organometallnucleophilen an die Carbonylgruppe werden ausgewählte S_N -Typ und S_N' -Typ Reaktionen mit C-Nucleophilen besprochen. Es werden diverse Synthesemethoden für unterschiedlich große Ringsysteme aufgezeigt. Darüber hinaus werden retrosynthetische Analysen von Strukturen vermittelt.

e. Es werden grundlegende und moderne Synthesemethoden der C-H- und C-Het-Bindungsknüpfung vermittelt. Neben verschiedenen S_N -Reaktionen (z. B. am anomeren Kohlenstoff) werden Umwandlungen von C=C- Doppelbindungen (z. B. durch Hydroformylierung) und enantioselektive nucleophile Substitution durch Heteroatom- $Nu^\ominus$ am Carboxyl-Kohlenstoff besprochen.

f. Variante I (im Wechsel mit Variante II angeboten): An funktionellen Gruppen orientierte Bindungssätze wie Polare Synthone, Bindungsknüpfung zwischen zwei funktionellen Gruppen, Umpolung, sowie diverse Abstände funktioneller Gruppen werden besprochen. Am Molekülgerüst orientierte Bindungssätze wie FGA-Strategie zum Aufbau von Verzweigungen und Symmetrie im Molekülskelett werden aufgezeigt. Der Aufbau von cyclischen Strukturen und der Einsatz geeigneter Schutzgruppentechniken werden vermittelt.

Variante II (im Wechsel mit Variante I angeboten): Die Vorlesung vermittelt die retrosynthetische Analyse und das dazugehörige Vokabular. Neben Transform- und Topologie-geleiteter Retrosynthesen wird der Einsatz ausgewählter Synthons erklärt. Bei der Syntheseplanung werden Konvergenzen und Symmetrie ausgenutzt.

h.. Folgende Themenblöcke werden nach Rücksprache mit den Studierenden besprochen: DNA/RNA-Synthesen, Peptidsynthese, Proteinbiosynthese, DNA und Proteinsequenzierung, Schutzgruppenstrategien, Enzyme, Tagging und Festphasenchemie in der Organischen Synthese.

i. Diese Veranstaltung gibt einen Überblick über das Gebiet der organischen Funktionsmaterialien. Ausgewählte Materialien werden vorgestellt (u.a. konjugierte Oligomere und Polymere, Kohlenstoffmaterialien, redoxaktive Polymere) und ihre Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (z.B. Photovoltaik, Detektion kleiner Moleküle, Ladungsspeicherung) diskutiert. Die Veranstaltung soll einen Einblick gewähren in das Design funktionaler organischer Materialien und in die Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Im besonderen Fokus liegt der Zusammenhang zwischen der molekularen Struktur von Verbindungen und ihren Eigenschaften auf molekularer Ebene sowie als Funktionsmaterial im System der Anwendung

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden. Wenn in diesem Fachgebiet die Kompetenzen des Praktikums bereits außerhalb des Masterstudiums in Form von z.B. einer B.Sc. Arbeit erworben wurden, so kann das Praktikum in diesem Modul ersetzt werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c. und/oder d Pflicht und ggf.eine Vorlesung aus e.-i.) im Umfang von 6 ECTS Punkten. Die Prüfungsdauer beträgt maximal 30 Min.
Die Modulnote errechnet sich aus 30% a und 70% b.
Ausnahme: Wenn das Praktikum erlassen wurde, errechnet sich die Modulnote zu 100% b.

Literatur

Literaturangaben zum Modul unter <http://www.cup.uni-freiburg.de/chemie> auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und/oder in den einzelnen Lehrveranstaltungen

**Vorlesungs-
aufzeichnungen**

Handouts und Übungsmaterial zum Modul unter <http://www.cupcup.uni-freiburg.de/chemie> auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und/oder in den einzelnen Lehrveranstaltungen

**Weitere
Informationen**

<http://www.cup.uni-freiburg.de/chemie> auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Vertiefungsmodul Organische Chemie
Fach	Organische Chemie
Untertitel	OC VM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	2./3. 20 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Pflicht (17 ECTS Punkte)					
a. Vertiefungspraktikum Organische Chemie	Pr	180 h	120 h	10	12
b. Modulteilprüfung	MTP	-	30 h	1	
c. Organische Chemie IV: Ausgewählte Aromaten und Heteroaromaten	VL	30 h	60 h	3	2
d. Organische Chemie V: C-C-Verknüpfungen für Fortgeschrittene ("Synthesemethoden I")	VL	30 h	60 h	3	2
Wahlpflicht (mind. 3 ECTS Punkte)					
e. Organische Chemie VI a: C/H- und C/Het-Verknüpfungsreaktionen ("Synthesemethoden II")	VL	30 h	60 h	3	2
f. Organische Chemie VI b: Retrosynthese bzw. Syntheseplanung und Synthesestrategie	VL	30 h	60 h	3	2
g. Organische Chemie VI c: Physikalisch-Organische Chemie	VL	30 h	60 h	3	2
h. Organische Chemie VI d: Chemical Biology	VL	30 h	60 h	3	2
i. Organische Chemie VI e: Funktionsmaterialien	VL	30 h	60 h	3	2

Modulverantwortlicher Prof. Dr. R. Brückner (reinhard.brueckner@chemie.uni-freiburg.de)
Institut für Organische Chemie Albertstr. 21, 79104 Freiburg

Dozenten Breit, Brückner, Esser, Jessen, Plattner und andere Dozenten des Instituts

Turnus
a./b. jedes Semester
d./g./i. jedes Wintersemester
c./h. jedes Sommersemester
e./f. jedes 2. Sommersemester im Wechsel

Sprache Deutsch

Voraussetzungen b. Voraussetzung für die Zulassung zu der Modulteilprüfung, die als mündliche Prüfung den Stoff von a., c., d. und einer Wahlvorlesung (e.-i.) betrifft.

Lernziele Die Studierenden können elektronische und physikalische Eigenschaften von Aromaten und Heteroaromaten benennen und moderne Synthesemethoden dieser Stoffe beschreiben. Sie können den Aufbau acyclischer und cyclischer Kohlenstoffgerüste auf dem Gebiet moderner chemo-, regio-, diastereo- und enantioselektiver C/C-Küpfungsmethoden erläutern. Sie können die Zusammenhänge ausgewählter Gebiete der modernen Organischen Chemie erklären. Sie wenden fortgeschrittene, spezielle präparative Techniken der Organischen Chemie an.

Lehrinhalt
a. Vermittlung weiterführender Arbeitsweisen und -techniken der präparativen Organischen Chemie.
Das Vertiefungspraktikum kann in Absprache mit dem Fachbereichslehrenden in einer Forschungseinrichtung oder an einer anderen Uni absolviert werden.

c. Nach Einführung der Hückel-Regel werden die Eigenschaften und Synthese verschiedener aromatischer und heteroaromatischer Systeme besprochen, sowie die Anwendung dieser Substanzklassen in der Wirkstoff-Forschung.

d. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die gängigen C-C-bildenden Reaktionen. Neben der 1,2-Additionen von Organometallnucleophilen an die Carbonylgruppe werden ausgewählte S_N -Typ und S_N' -Typ Reaktionen mit C-Nucleophilen besprochen. Es werden diverse Synthesemethoden für unterschiedlich große Ringsysteme aufgezeigt. Darüber hinaus werden retrosynthetische Analysen von Strukturen vermittelt.

e. Es werden grundlegende und moderne Synthesemethoden der C-H- und C-Het-Bindungsknüpfung vermittelt. Neben verschiedenen S_N -Reaktionen (z. B. am anomeren Kohlenstoff) werden Umwandlungen von C=C- Doppelbindungen (z. B. durch Hydroformylierung) und enantioselektive nucleophile Substitution durch Heteroatom- $Nu^\ominus$ am Carboxyl-Kohlenstoff besprochen.

f. Variante I (im Wechsel mit Variante II) An funktionellen Gruppen orientierte Bindungssätze wie Polare Synthone, Bindungsknüpfung zwischen zwei funktionellen Gruppen, Umpolung, sowie diverse Abstände funktioneller Gruppen werden besprochen. Am Molekülgerüst orientierte Bindungssätze wie FGA-Strategie zum Aufbau von Verzweigungen und Symmetrie im Molekülskelett werden aufgezeigt. Der Aufbau von cyclischen Strukturen und der Einsatz geeigneter Schutzgruppentechniken werden vermittelt.

Variante II (im Wechsel mit Variante I angeboten): Die Vorlesung vermittelt die retrosynthetische Analyse und das dazugehörige Vokabular. Neben Transform- und Topologie-geleiteter Retrosynthesen wird der Einsatz ausgewählter Synthons erklärt. Bei der Syntheseplanung werden Konvergenzen und Symmetrie ausgenutzt.

g. Es werden unterschiedliche Modellvorstellungen besprochen; u. a. die qualitative MO Theorie und die Anwendung dieses Modells auf chemische Reaktionen. Daneben werden Reaktionsmechanismen abgeleitet und Orbitalwechselwirkungen berücksichtigt.

h.. Folgende Themenblöcke werden nach Rücksprache mit den Studierenden besprochen: DNA/RNA-Synthesen, Peptidsynthese, Proteinbiosynthese, DNA und Proteinsequenzierung, Schutzgruppenstrategien, Enzyme, Tagging und Festphasenchemie in der Organischen Synthese.

i. Diese Veranstaltung gibt einen Überblick über das Gebiet der organischen Funktionsmaterialien. Ausgewählte Materialien werden vorgestellt (u.a. konjugierte Oligomere und Polymere, Kohlenstoffmaterialien, redoxaktive Polymere) und ihre Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (z.B. Photovoltaik, Detektion kleiner Moleküle, Ladungsspeicherung) diskutiert. Die Veranstaltung soll einen Einblick gewähren in das Design funktionaler organischer Materialien und in die Herstellung von Systemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Im besonderen Fokus liegt der Zusammenhang zwischen der molekularen Struktur von Verbindungen und ihren Eigenschaften auf molekularer Ebene sowie als Funktionsmaterial im System der Anwendung

Studien- und Prüfungs-

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Leistungen	Nach Wahl der/des Studierenden und in Absprache mit dem Fachprüfungsausschuss können 7 ECTS Punkte des Moduls „Methoden und Konzepte“ auch durch ein benotetes Master-Grundpraktikum in dem Fachgebiet, welches weder im Grundlagenmodul noch im Vertiefungsmodul belegt wurde, erworben werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind. b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c.–i.) im Umfang von 9 ECTS Punkten. Die Modulnote errechnet sich aus 30% a. und 70% b. Ausnahme: Wenn das Master-Grundpraktikum und das Vertiefungspraktikum absolviert wurden, setzt sich die Modulnote aus 70% b.+ 15% Master-Grundpraktikum und 15% Vertiefungspraktikum zusammen.
Literatur	Literaturangaben zum Modul unter http://www.cup.uni-freiburg.de/chemie auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und/oder in den einzelnen Lehrveranstaltungen
Vorlesungs- aufzeichnungen	Handouts und Übungsmaterial zum Modul unter http://www.cup.uni-freiburg.de/chemie auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und/oder in den einzelnen Lehrveranstaltungen
Dauer	Das Vertiefungspraktikum umfasst 8 Wochen (6 Wochen Praktikum plus 2 Wochen zur Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 300 Arbeitsstunden.
Weitere Informationen	http://www.cup.uni-freiburg.de/chemie/ auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise
Export / Import	Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Grundlagenmodul Physikalische Chemie
Fach	Physikalische Chemie
Untertitel	PC GM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1. / 2. 14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (12,5 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Physikalische Chemie	Pr	120h	90 h	7	8
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
c. Physikalische Chemie IV (Statistische Thermodynamik, molekulare Kinetik, Transportphänomene)	VL	45 h	90 h	4,5	3
Wahlpflicht (mind. 1,5 ECTS Punkte)					
d. Physikalische Chemie V: Streumethoden in den Polymerwissenschaften*	VL	30 h	60 h	3	2
e. Physikalische Chemie V: Numerische Verfahren der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
f. Physikalische Chemie V: Physikalische Chemie der Kolloide*	VL	30 h	60 h	3	2
g. Physikalische Chemie V: Einführung in die Magnetische Resonanzspektroskopie	VL	15 h	30 h	1,5	1
h. Physikalische Chemie V: Statistische Thermodynamik	VL	15 h	30 h	1,5	1
i. Physikalische Chemie V: Spezielle Methoden der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
j. Physikalische Chemie V: Theoretische Verfahren der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
k. Physikalische Chemie V: Grundlagen der Elektronenspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
l. Physikalische Chemie V: Moderne Verfahren der Elektronenspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
m. Physikalische Chemie V: Grundlagen der Kernspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
n. Physikalische Chemie V: Spezielle Methoden der Biophysikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
o. Physikalische Chemie V: Moderne Methoden in der Spektroskopie	VL	30 h	30 h	3	2
* die VL kann auch im Umfang von 1SWS (und 1,5 ECTS CP) belegt werden, d.h. 1/2 Semester je 2 SWS; der Stoffumfang entspricht dann den Grundlagen der Thematik.					
p. Physikalische Chemie V: Einzelmolekülmethoden	VL	15 h	15 h	1,5	1
q. Physikalische Chemie V: Organische Elektronik – Elektronische Prozesse in organischen Halbleitern	VL	15 h	15 h	1,5	1
r. Physikalische Chemie V: Programmierkonzepte in der Physikalischen Chemie	VL	30 h	60 h	3	2

Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. S. Weber (stefan.weber@physchem.uni-freiburg.de) Institut für Physikalische Chemie, Albertstr. 21, D-79104, Freiburg
Dozenten	Bartsch, Koslowski, Weber und andere Dozenten des Instituts
Turnus	a./b. jedes Semester c.-j. siehe Vorlesungsverzeichnis
Sprache	Deutsch

Voraussetzungen	b. Das Master-Grundpraktikum Physikalische Chemie muss erfolgreich absolviert worden sein (oder anerkannt worden sein).
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse und Fertigkeiten in der Physikalischen Chemie und können zur Anwendung moderner physikalisch-chemischer Methoden präzise Auskunft geben. Sie können Fachliteratur verstehen und diese zu aktuellen Forschungsthemen der Physikalischen Chemie in Bezug setzen. Sie können unter Anleitung moderne Methoden der Physikalischen Chemie einsetzen.
Lehrinhalt	a. Sechs Experimente aus verschiedenen Bereichen der Physikalischen Chemie, wie zum Beispiel optische Spektroskopie, theoretische Chemie, Elektrodynamik, Magnetische Resonanzspektroskopie, Thermodynamik, Kinetik, Elektrochemie; ein Seminarvortrag c. Maxwell-Boltzmann-Statistik; Quantenstatistiken; Zustandssummen; Berechnung thermodynamischer Funktionen idealer Gase, idealer kristalliner Festkörper und dichter Fluide; Transportvorgänge; Berechnung von Geschwindigkeitskonstanten. d. Grundlagen der Streuung; Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie; Partikelstreuung; kohärente und inkohärente Streuung; Unterschiede zwischen Lichtstreuung, Röntgenstreuung und Neutronenstreuung; Rayleighstreuung an Atomen, Flüssigkeiten und Polymerlösungen; Dynamische Lichtstreuung; Charakterisierung von Kolloiden mit Röntgen- und Neutronenkleinwinkelstreuung; Kontrastvariation zur Analyse der inneren Struktur von Kolloiden. e. Programmiersprachen; Programmstrukturen; Variablentypen; Programmentwicklung in FORTRAN; strukturiertes Programmieren. f. Die Vorlesung Makromolekulare Chemie III wird als Vorbereitung empfohlen. Übersicht über kolloidale Systeme; Wechselwirkungen und Kolloidstabilität; elektrostatische Stabilisierung und DLVO-Potential; sterische Stabilisierung und Polymere an Partikeloberflächen; Phasenverhalten kolloidaler Dispersionen; Einfluss von Partikelwechselwirkungen. g. Spin und spinmagnetisches Moment; Magnetisierung; Zeeman-Effekt; Bewegungsgleichung der Magnetisierung; Resonanzphänomen; Relaxation; continuous-wave Detektion; gepulste Anregung von Spinsystemen; magnetische Wechselwirkungen; Grundlagen der Elektronenspinresonanz (ESR); Grundlagen der Kernspinresonanz (NMR); Anwendungen der ESR- und NMR-Spektroskopie. h. Statistische Beschreibung der Materie; Teilchen-/Quanten statistiken; ideale Gase; Zustandssummen; ideale Quantengase; klassische wechselwirkende Systeme; Paarverteilungsfunktionen; Monte-Carlo-Verfahren; Gittermodelle. i. Moderne Methoden der Physikalischen Chemie, analytische Methoden; Spektroskopie. j. o. Moderne Spektroskopische Methoden der Biophysik 1) Einführung in spektroskopische Techniken

- 2) Schwingungsspektroskopie an Proteinen
- 3) Zeitaufgelöste Spektroskopie
- 4) Messung von Molekül-Interaktionen
- 5) Einzelmolekülspektroskopie
- 6) Mößbauer-Spektroskopie
- 7) Röntgenspektroskopie
- 8) Einführung in magnetische Resonanzspektroskopie
- 9) Festkörper NMR
- 10) Abstandsmessungen mit EPR-Spektroskopie

p. Einzelmolekülmethoden

1. Lupe, Mikroskop, Auflösungsvermögen
2. Fluoreszenz-Spektroskopie, Spektrofluorimeter
3. Superresolution-Spektroskopie (STED, PALM)
4. Korrelations-Spektroskopie (FCS)
5. FRET
6. (Einzelmolekül-) Kinetik
7. Oberflächenplasmonenresonanz (SPR)

q. Organische Halbleiter haben vielfältig Eingang in unseren Alltag gefunden. Die Kenntnis ihrer zugrundeliegenden physikalisch-chemischen Eigenschaften ist essentiell für das Verständnis der vielfältigen Struktur-Funktions-Beziehungen und der Prozesse in diesen Materialien. Themen der Vorlesung sind die elektronische Struktur, angeregte Zustände, Ladungsträger sowie elektronische und optische Prozesse in organischen Halbleitern.

r. Vorstellung von Konzepten aus der Software-Entwicklung, um die Qualität von Auswertungs-Software in den Naturwissenschaften dramatisch zu verbessern.

Code sollte insbesondere wiederverwendbar, zuverlässig und überprüfbar sein. Darüber hinaus sollte ein Gesamtsystem zur wissenschaftlichen Datenverarbeitung und -Analyse nachvollziehbare, überprüfbare und reproduzierbare Abläufe sicherstellen.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Wenn in diesem Fachgebiet die Kompetenzen des Praktikums bereits außerhalb des Masterstudiums in Form von z.B. einer B.Sc. Arbeit erworben wurden, so kann das Praktikum in diesem Modul verkürzt werden und statt 6 Versuche müssen 2 Versuche durchgeführt werden. ersetzt werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c. Pflicht und eine Vorlesung aus d.-i.) im Umfang von 6 ECTS Punkten. Die Prüfungsdauer beträgt maximal 30 Min.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a und 70% b. Ausnahme: Wenn das Praktikum erlassen wurde, errechnet sich die Modulnote zu 100% b.

Literatur

Peter W. Atkins, Julio de Paula, Michael Bär, Anna Schleizer:
„Physikalische Chemie“

**Vorlesungs-
aufzeichnungen**

Handouts und Übungsmaterial zum Modul unter
<http://www.physchem.uni-freiburg.de/lehre/masterstudium>
auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und in den einzelnen

Lehrveranstaltungen

**Weitere
Informationen**

<http://www.physchem.uni-freiburg.de/lehre>

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Vertiefungsmodul Physikalische Chemie
Fach	Physikalische Chemie
Untertitel	PC VM / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	2. / 3. 20 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (15,5 ECTS Punkte)					
a. Vertiefungspraktikum Physikalische Chemie	Pr	150h	150 h	10	10
b. Modulteilprüfung	MTP			1	
c. Physikalische Chemie IV (Statistische Thermodynamik, molekulare Kinetik, Transportphänomene)	VL	45 h	90 h	4,5	3
Wahlpflicht (mind. 4,5 ECTS Punkte)					
d. Physikalische Chemie V: Streumethoden in den Polymerwissenschaften*	VL	30 h	60 h	3	2
e. Physikalische Chemie V: Numerische Verfahren der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
f. Physikalische Chemie V: Physikalische Chemie der Kolloide*	VL	30 h	60 h	3	2
g. Physikalische Chemie V: Einführung in die Magnetische Resonanzspektroskopie	VL	15 h	30 h	1,5	1
h. Physikalische Chemie V: Statistische Thermodynamik	VL	15 h	30 h	1,5	1
i. Physikalische Chemie V: Spezielle Methoden der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
j. Physikalische Chemie V: Theoretische Verfahren der Physikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
k. Physikalische Chemie V: Grundlagen der Elektronenspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
l. Physikalische Chemie V: Moderne Verfahren der Elektronenspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
m. Physikalische Chemie V: Grundlagen der Kernspinresonanz	VL	15 h	30 h	1,5	1
n. Physikalische Chemie V: Spezielle Methoden der Biophysikalischen Chemie	VL	15 h	30 h	1,5	1
o. Moderne Methoden in der Spektroskopie	VL	30 h	30 h	3	2
* die VL kann auch im Umfang von 1SWS (und 1,5 ECTS CP) belegt werden, d.h. 1/2 Semester je 2 SWS; der Stoffumfang entspricht dann den Grundlagen der Thematik.					
p. Einzelmolekülmethode	VL	15 h	15 h	1,5	1
q. Physikalische Chemie V: Organische Elektronik – Elektronische Prozesse in organischen Halbleitern	VL	15 h	15 h	1,5	1
r. Physikalische Chemie V: Programmierkonzepte in der Physikalischen Chemie	VL	30 h	60 h	3	2

Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. S. Weber (stefan.weber@physchem.uni-freiburg.de) Institut für Physikalische Chemie, Albertstr. 21, D-79104, Freiburg
Dozenten	Bartsch, Koslowski, Weber und andere Dozenten des Instituts
Turnus	a./b. jedes Semester c.-j. siehe Vorlesungsverzeichnis
Sprache	Deutsch

Voraussetzungen

-

Lernziele

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten in der Physikalischen Chemie und können zur Anwendung moderner physikalisch-chemischer Methoden präzise Auskunft geben. Sie können Fachliteratur verstehen und diese zu aktuellen Forschungsthemen der Physikalischen Chemie in Bezug setzen. Sie können zunehmend selbstständig moderne Methoden der Physikalischen Chemie einsetzen.

Lehrinhalt

a. Es gibt zwei Varianten des Vertiefungspraktikums:

Variante 1 (Studierende mit B.Sc. Arbeit in der PC): ein vertiefendes Pflichtexperiment aus dem Bereich Elektrodynamik; ein vertiefendes Wahlexperiment aus den Bereichen Magnetische Resonanzspektroskopie, optische Spektroskopie, Thermodynamik und Kinetik, Elektrodynamik und Elektrochemie; spezielle Computersprachen und ein Seminarvortrag

Variante 2 (Studierende ohne B.Sc. Arbeit in der PC): drei vertiefende Wahlexperimente aus den Bereichen Magnetische Resonanzspektroskopie, optische Spektroskopie, Thermodynamik und Kinetik, Elektrodynamik und Elektrochemie.

Das Vertiefungspraktikum kann in Absprache mit dem Fachbereichslehrenden in einer Forschungseinrichtung oder an einer anderen Uni absolviert werden.

c. Maxwell-Boltzmann-Statistik; Quantenstatistiken; Zustandssummen; Berechnung thermodynamischer Funktionen idealer Gase, idealer kristalliner Festkörper und dichter Fluide; Transportvorgänge; Berechnung von Geschwindigkeitskonstanten.

d. Grundlagen der Streuung; Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie; Partikelstreuung; kohärente und inkohärente Streuung; Unterschiede zwischen Lichtstreuung, Röntgenstreuung und Neutronenstreuung; Rayleighstreuung an Atomen, Flüssigkeiten und Polymerlösungen; Dynamische Lichtstreuung; Charakterisierung von Kolloiden mit Röntgen- und Neutronenkleinwinkelstreuung; Kontrastvariation zur Analyse der inneren Struktur von Kolloiden.

e. Programmiersprachen; Programmstrukturen; Variablentypen; Programmentwicklung in FORTRAN; strukturiertes Programmieren.

f. Übersicht über kolloidale Systeme; Wechselwirkungen und Kolloidstabilität; elektrostatische Stabilisierung und DLVO-Potential; sterische Stabilisierung und Polymere an Partikeloberflächen; Phasenverhalten kolloidaler Dispersionen; Einfluss von Partikelwechselwirkungen..

g. Spin und spinmagnetisches Moment; Magnetisierung; Zeeman-Effekt; Bewegungsgleichung der Magnetisierung; Resonanzphänomen; Relaxation; continuous-wave Detektion; gepulste Anregung von Spinsystemen; magnetische Wechselwirkungen; Grundlagen der Elektronenspinresonanz (ESR); Grundlagen der Kernspinresonanz (NMR); Anwendungen der ESR- und NMR-Spektroskopie.

h. Statistische Beschreibung der Materie; Teilchen-/Quantenstatistiken; ideale Gase; Zustandssummen; ideale Quantengase; klassische wechselwirkende Systeme; Paarverteilungsfunktionen; Monte-Carlo-Verfahren; Gittermodelle.

i. Moderne Methoden der Physikalischen Chemie, analytische Methoden; Spektroskopie.

j.

o: Moderne Spektroskopische Methoden der Biophysik

- 1) Einführung in spektroskopische Techniken
- 2) Schwingungsspektroskopie an Proteinen
- 3) Zeitaufgelöste Spektroskopie
- 4) Messung von Molekül-Interaktionen
- 5) Einzelmolekülspektroskopie
- 6) Mößbauer-Spektroskopie
- 7) Röntgenspektroskopie
- 8) Einführung in magnetische Resonanzspektroskopie
- 9) Festkörper NMR
- 10) Abstandsmessungen mit EPR-Spektroskopie

p. Einzelmolekülmethoden

1. Lupe, Mikroskop, Auflösungsvermögen
2. Fluoreszenz-Spektroskopie, Spektrofluorimeter
3. Superresolution-Spektroskopie (STED, PALM)
4. Korrelations-Spektroskopie (FCS)
5. FRET
6. (Einzelmolekül-) Kinetik
7. Oberflächenplasmonenresonanz (SPR)

q. Organische Halbleiter haben vielfältig Eingang in unseren Alltag gefunden. Die Kenntnis ihrer zugrundeliegenden physikalisch-chemischen Eigenschaften ist essentiell für das Verständnis der vielfältigen Struktur-Funktions-Beziehungen und der Prozesse in diesen Materialien. Themen der Vorlesung sind die elektronische Struktur, angeregte Zustände, Ladungsträger sowie elektronische und optische Prozesse in organischen Halbleitern.

r. Vorstellung von Konzepten aus der Software-Entwicklung, um die Qualität von Auswertungs-Software in den Naturwissenschaften dramatisch zu verbessern.

Code sollte insbesondere wiederverwendbar, zuverlässig und überprüfbar sein. Darüber hinaus sollte ein Gesamtsystem zur wissenschaftlichen Datenverarbeitung und -Analyse nachvollziehbare, überprüfbare und reproduzierbare Abläufe sicherstellen.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftlich/mündlich/praktisch – die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Nach Wahl der/des Studierenden und in Absprache mit dem Fachprüfungsausschuss können 7 ECTS Punkte des Moduls „Methoden und Konzepte“ auch durch ein benotetes Master-Grundpraktikum in dem Fachgebiet, welches weder im Grundlagenmodul noch im Vertiefungsmodul belegt wurde, erworben werden.

Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c. – i.) im Umfang von 9 ECTS Punkten.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a. und 70% b. Ausnahme: Wenn das Master-Grundpraktikum und das Vertiefungspraktikum absolviert wurden, setzt sich die Modulnote aus 70% b.+ 15% Master-Grundpraktikum und 15% Vertiefungspraktikum zusammen.

Literatur	Peter W. Atkins, Julio de Paula, Michael Bär, Anna Schleizer: <i>„Physikalische Chemie“</i>
Vorlesungs- aufzeichnungen	Handouts und Übungsmaterial zum Modul unter http://www.physchem.uni-freiburg.de/lehre/masterstudium auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitskreise und in den einzelnen Lehrveranstaltungen
Dauer	Das Vertiefungspraktikum umfasst 8 Wochen (6 Wochen Praktikum plus 2 Wochen zur Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 300 Arbeitsstunden. http://www.physchem.uni-freiburg.de/lehre
Weitere Informationen	Fakultät für Chemie und Pharmazie
Export / Import	

Modulname	Grundlagenmodul Biochemie
Fach	Biochemie
Untertitel	BC GM / Wahlpflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1. / 2. 14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Pflicht (8 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Biochemie	Pr	120 h	90 h	7	8
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
Wahlpflicht (mind. 6 ECTS Punkte)					
c. Biochemie der Nukleinsäuren	VL	30 h	60 h	3	2
d. Biochemie der Aminosäuren und Kofaktoren	VL	30 h	60 h	3	2
e. Biochemie der Lipide/Biochemistry of Lipids (englisch)	VL	30 h	60 h	3	2
f. Biochemie der Kohlenhydrate	VL	30 h	60 h	3	2
g. Metalloproteine / Bioinorganic Chemistry	VL	15 h	30 h	1,5	1
h. Proteinkristallographie / Protein Crystallographie I	VL	30 h	60 h	3	2
i. Gentechnik	VL	15 h	30 h	1,5	1
j. Biochemie der Prokaryonten	VL	15 h	30 h	1,5	1
k. Membrane Biochemistry (englisch)	VL	15 h	30 h	1,5	1
l. Membrane Protein Biophysics (englisch)	VL	30 h	60 h	3	2
m. Signal Transducing Cascades (englisch)	VL	15 h	30 h	1,5	1
n. Molekulare Enzymologie	VL	15 h	30 h	1,5	1
o. Bioenergetic	VL	15 h	30 h	1,5	1
p. Advanced Biochemistry	VL	60 h	90 h	6	4

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Oliver Einsle (einsle@bio.chemie.uni-freiburg.de) Institut für Biochemie; Albertstr. 21, D-79104 Freiburg
Dozenten	S. Andrade, O. Einsle, T. Friedrich, S. Gerhardt und andere Dozenten des Instituts
Turnus	a./b. jedes Semester c.-p. siehe Vorlesungsverzeichnis
Sprache	Deutsch / Englisch nach Ankündigung
Voraussetzungen	b. Das Master-Grundpraktikum Biochemie muss erfolgreich absolviert worden sein (oder anerkannt worden sein).
Lernziele	Die Studierenden können zu ausgewählten biochemischen Themenbereichen kritisch Stellung nehmen. Sie setzen moderne Methoden der Molekularbiologie, der Lipidanalytik, der Proteinbiochemie und der Spektroskopie in der Laborarbeit um.
Lehrinhalt	a. Moderne Methoden der Molekularbiologie (Manipulation von DNA, Klonierungen, PCR), der Lipide und der Protein Biochemie (Isolation und Präparation von Proteinen); weiterführende analytische Methoden; Spektroskopie. c. Struktur und Chemie der Nukleinsäuren, weitere Funktionen von Nukleotiden, Gene und Chromosomen, Superstruktur der DNA, DNA-Replikation, -Reparatur, -Rekombination; RNA-Prozessierung, RNA-abhängige DNA-Synthese, genetischer Code, Regulation der Genexpression.

- d. Struktur und Chemie der Aminosäuren, Peptidbindung, Sekundär-, Tertiär-, Quartär-Struktur von Proteinen, Bindung von Liganden, Immunglobuline, Actin/Myosin, Struktur und Chemie der Kofaktoren, Biosynthese der Aminosäuren und der Kofaktoren, Aminosäureabbau, Translation.
- e. Struktur und Chemie der Lipiddoppelschicht, Transport über Membranen, Signalübertragung, Biosynthese der Fettsäuren, Oxidation der Fettsäuren, Mischfunktionelle Oxidasen, Biosynthese der Membranphospholipide, Cholesterin, Steroiden und Isoprenoiden, Exocytose und Endocytose.
- f. Struktur und Chemie der Monomere, Strukturen der Polymere, Gluconeogenese, Biosynthese von Glycogen, Stärke und Saccharose, Struktur und Biosynthese des Peptidoglycans, Glycoproteine, Glycolipide, Blutgruppen.
- g. Biologische Metallzentren; Prinzipien der bioanorganischen Chemie; Eisen, Kupfer, Molybdän und Nickel in biologischen Systemen; Spektroskopische Methoden; wichtige Metalloproteine; Reaktionszentren und –mechanismen von Metalloenzymen.
- h./i. Kristallwachstum, Kristallsymmetrie, Röntgenstrahlen, Beugung, Strukturfaktoren, Elektronendichtekarten, Phasenproblem, anomale Streuung, Methoden der Strukturlösung von Proteinen; Modellbau und Verfeinerung; Qualität und Validierung von Strukturen.
- j. Generelle Methoden in der Gentechnik, Enzyme in der Gentechnik; Wirte und Vektoren; Klonierungsstrategien; Screening mit HTS-Verfahren; PCR-Methoden.
- k. Bakterientaxonomie; Evolution; Sequenzanalyse; Metabolismus der Heterotrophen, Katabolismus der Autotrophen; allgemeine Stoffwechselwege; alternative Wege in Bakterien; Anaerobe Stoffwechselwege; Fermentationen, Chemolithotrophie und Phototrophie.
- l. Membrane-organism-organelle variability; Membrane composition, structure, function; Membrane assembly, fusion, fission; Membrane proteins; Artificial membrane systems. Optical, confocal and electron Microscopy (SEM, TEM, Cryo-EM, Freeze-fracture, Tomography); Fluorescence Microscopy; FRET, Förster resonance energy transfer; FRAP, Fluorescence recovery after photobleaching; AFM, Atomic force microscopy; Detergents in membrane protein extraction and purification; CD, Circular dichroism; Dynamic Light scattering; X-ray crystallography; SAXS, Small angle X-ray scattering; (Proteo)liposomes; Electrophysiology techniques: Planar lipid bilayer, Patch clamp; 2-electrode voltage clamp; Solid supported membrane-based electrophysiology; CIC channels; Electron paramagnetic resonance; Site-directed spin labeling.
- m. Optical, confocal and electron Microscopy (SEM, TEM, Cryo-EM, Freeze-fracture, Tomography); Fluorescence Microscopy; FRET, Förster resonance energy transfer; FRAP, Fluorescence recovery after photobleaching; AFM, Atomic force microscopy; Detergents in membrane protein extraction and purification; CD, Circular dichroism; Dynamic Light scattering; X-ray crystallography; SAXS, Small angle X-ray scattering; (Proteo)liposomes; Electrophysiology techniques: Planar lipid bilayer, Patch clamp; 2-electrode voltage clamp; Solid supported membrane-

based electrophysiology; CIC channels; Electron paramagnetic resonance; Site-directed spin labelling

n. Signaling molecules; Agonists, Antagonists; Paracrine, Endocrine, Autocrine signaling; Receptor types (cell-surface and nuclear receptors): G protein-coupled receptors, Ligand-gated ion channels, Receptor Tyrosine kinases, Two-component signal transduction (Histidine kinases and Response regulators), Intracellular receptors; Signal sensing, transduction, amplification and desensitization events; Effector molecules (Adenylate cyclase, Phospholipases, Phosphodiesterases, Kinases, Ion channels, adenylyltransferases, diguanylate cyclase, G-proteins, Ras proteins), Second messengers (cAMP, c-di-GMP, cGMP, DAG, Ca²⁺, IP₃); Vision and Rhodopsin; neural synapses and neuromuscular communication: Action and graded potentials; Bacterial chemotaxis and phototaxis.

o. Enzyme classification; Enzyme specificity; Active site characteristics; Mechanistic models for enzyme catalysis: the lock-and-key, induced fit and strain or transition state stabilisation models; Kinetic and bioenergetic concepts of enzyme catalysis; Activation energy, Collision theory, Order and molecularity of a reaction, Reaction rate, Rate constant, Equilibrium constant, Initial velocity; Henri and Michaelis-Menten equation; Briggs-Haldane equation; K_M, V_m, K_{cat}; Lineweaver-Burk plot; Eadie-Hofstee and Hanes plot; Eisenthal and Cornish-Bowden plot; Haldane relationship for reversible reactions; Rapid, pre-steady state and relaxation kinetics; King and Haldane concept; Reversible and irreversible enzyme inhibition, competitive-, uncompetitive-, non-competitive-, mixed, partial-, substrate-, allosteric- and irreversible-inhibition models; Kinetics of single and multi-substrate enzyme reactions: ping-pong bi-bi mechanism.

p. Thermodynamics of enzymatic reactions; Free energy; Equilibria; Redox-reactions and Nernst potential; Chemiosmosis; Ion transport across the membrane; respiratory chains; photosynthesis; ATP-synthesis, mitochondria and bacteria

q. Chemistry of nucleic acids; structure of DNA; replication, transcription; gene expression in prokaryotes and eukaryotes; translation structure and function of lipids; biosynthesis of membrane components; assembly and structure of the membrane; chemical structure of carbohydrates; classes of carbohydrates; glycoproteins; glycolipids; sugar metabolism; biosynthesis of sugars; structure and function of amino acids; biosynthesis and degradation of amino acids; structure and function of protein cofactors

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Wenn in diesem Fachgebiet die Kompetenzen des Praktikums bereits außerhalb des Masterstudiums in Form von z.B. einer B.Sc. Arbeit erworben wurden, so kann das Praktikum in diesem Modul ersetzt werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c.-p.) im Umfang von 6 ECTS Punkten. Die Prüfungsdauer beträgt maximal 30 Min.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a und 70% b.

Ausnahme: Wenn das Praktikum erlassen wurde, errechnet sich die

Modulnote zu 100% b.

Literatur

Nelson, Cox: *Lehninger Biochemie*, Springer, 2009

**Vorlesungs-
aufzeichnungen**

Handouts und Übungsmaterial zum Modul in den jeweiligen
Lehrveranstaltungen und weiterführende Informationen zu den Modulen
unter <http://portal.uni-freiburg/biochemie>

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Vertiefungsmodul Biochemie
Fach	Biochemie
Untertitel	BC VM / Wahlpflichtmodul
Empfohlenes Semester:	2. / 3. 20 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (11 ECTS Punkte)					
a. Vertiefungspraktikum Biochemie	Pr	150 h	150 h	10	10
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
Wahlpflicht (mind. 9 ECTS Punkte)					
c. Biochemie der Nukleinsäuren	VL	30 h	60 h	3	2
d. Biochemie der Aminosäuren und Kofaktoren	VL	30 h	60 h	3	2
e. Biochemie der Lipide/Biochemistry of Lipids (englisch)	VL	30 h	60 h	3	2
f. Biochemie der Kohlenhydrate	VL	30 h	60 h	3	2
g. Metalloproteine / Bioinorganic Chemistry	VL	15 h	30 h	1,5	1
h. Proteinkristallographie / Protein Crystallographie I	VL	15 h	30 h	1,5	1
i. Gentechnik	VL	15 h	30 h	1,5	1
j. Biochemie der Prokaryonten	VL	15 h	30 h	1,5	1
k Membrane Biochemistry (englisch)	VL	15 h	30 h	1,5	1
l. Membrane Protein Biophysics (englisch)	VL	30 h	60 h	3	2
m. Signal Transducing Cascades (englisch)	VL	15 h	30 h	1,5	1
n. Molekulare Enzymologie	VL	15 h	30 h	1,5	1
o. Bioenergetic	VL	15 h	30 h	1,5	1
p. Advanced Biochemmistry	VL	60 h	120 h	6	4

**Modul-
verantwortlicher** Prof. Dr. Oliver Einsle (einsle@bio.chemie.uni-freiburg.de)
Institut für Biochemie; Albertstr. 21, D-79104 Freiburg

Dozenten S. Andrade, O. Einsle, T. Friedrich, S. Gerhardt und andere Dozenten des Instituts

Turnus a./b. jedes Semester
c.-j. siehe Vorlesungsverzeichnis

Sprache Deutsch / Englisch nach Ankündigung

Voraussetzungen -

Lernziele Die Studierenden können zu ausgewählten biochemischen Themenbereichen kritisch Stellung nehmen. Sie setzen moderne Methoden der Molekularbiologie, der Lipidanalytik, der Proteinbiochemie Spektroskopie, Kristallographie, Biophysik und Bioanorganischer Chemie in der Laborarbeit um.

Lehrinhalt

a. Moderne Methoden der Molekularbiologie (Manipulation von DNA, Klonierungen, PCR), der Lipide und der Protein Biochemie (Isolation und Präparation von Proteinen); weiterführende analytische Methoden; Spektroskopie.

c. Struktur und Chemie der Nukleinsäuren, weitere Funktionen von Nukleotiden, Gene und Chromosomen, Superstruktur der DNA, DNA-Replikation, -Reparatur, -Rekombination; RNA-Prozessierung, RNA-abhängige DNA-Synthese, genetischer Code, Regulation der Genexpression.

- d. Struktur und Chemie der Aminosäuren, Peptidbindung, Sekundär-, Tertiär-, Quartär-Struktur von Proteinen, Bindung von Liganden, Immunglobuline, Actin/Myosin, Struktur und Chemie der Kofaktoren, Biosynthese der Aminosäuren und der Kofaktoren, Aminosäureabbau, Translation.
- e. Struktur und Chemie der Lipiddoppelschicht, Transport über Membranen, Signalübertragung, Biosynthese der Fettsäuren, Oxidation der Fettsäuren, Mischfunktionelle Oxidasen, Biosynthese der Membranphospholipide, Cholesterin, Steroiden und Isoprenoiden, Exocytose und Endocytose.
- f. Struktur und Chemie der Monomere, Strukturen der Polymere, Gluconeogenese, Biosynthese von Glycogen, Stärke und Saccharose, Struktur und Biosynthese des Peptidoglycans, Glycoproteine, Glycolipide, Blutgruppen.
- g. Biologische Metallzentren; Prinzipien der bioanorganischen Chemie; Eisen, Kupfer, Molybdän und Nickel in biologischen Systemen; Spektroskopische Methoden; wichtige Metalloproteine; Reaktionszentren und –mechanismen von Metalloenzymen.
- h./i. Kristallwachstum, Kristallsymmetrie, Röntgenstrahlen, Beugung, Strukturfaktoren, Elektronendichtekarten, Phasenproblem, anomale Streuung, Methoden der Strukturlösung von Proteinen; Modellbau und Verfeinerung; Qualität und Validierung von Strukturen.
- j. Generelle Methoden in der Gentechnik, Enzyme in der Gentechnik; Wirte und Vektoren; Klonierungsstrategien; Screening mit HTS-Verfahren; PCR-Methoden.
- k. Bakterientaxonomie; Evolution; Sequenzanalyse; Metabolismus der Heterotrophen, Katabolismus der Autotrophen; allgemeine Stoffwechselwege; alternative Wege in Bakterien; Anaerobe Stoffwechselwege; Fermentationen, Chemolithotrophie und Phototrophie.
- l. Membrane-organism-organelle variability; Membrane composition, structure, function; Membrane assembly, fusion, fission; Membrane proteins; Artificial membrane systems.
- m. Optical, confocal and electron Microscopy (SEM, TEM, Cryo-EM, Freeze-fracture, Tomography); Fluorescence Microscopy; FRET, Förster resonance energy transfer; FRAP, Fluorescence recovery after photobleaching; AFM, Atomic force microscopy; Detergents in membrane protein extraction and purification; CD, Circular dichroism; Dynamic Light scattering; X-ray crystallography; SAXS, Small angle X-ray scattering; (Proteo)liposomes; Electrophysiology techniques: Planar lipid bilayer, Patch clamp; 2-electrode voltage clamp; Solid supported membrane-based electrophysiology; CIC channels; Electron paramagnetic resonance; Site-directed spin labelling
- n. Signaling molecules; Agonists, Antagonists; Paracrinic, Endocrinic, Autocrinic signaling; Receptor types (cell-surface and nuclear receptors): G protein-coupled receptors, Ligand-gated ion channels, Receptor Tyrosine kinases, Two-component signal transduction (Histidine kinases and Response regulators), Intracellular receptors; Signal sensing, transduction, amplification and desensitization events; Effector molecules (Adenylate cyclase, Phospholipases, Phosphodiesterases, Kinases, Ion

channels, adenylyltransferases, diguanylate cyclase, G-proteins, Ras proteins), Second messengers (cAMP, c-di-GMP, cGMP, DAG, Ca²⁺, IP₃); Vision and Rhodopsin; neural synapses and neuromuscular communication: Action and graded potentials; Bacterial chemotaxis and phototaxis.

o. Enzyme classification; Enzyme specificity; Active site characteristics; Mechanistic models for enzyme catalysis: the lock-and-key, induce fit and strain or transition state stabilisation models; Kinetic and bioenergetic concepts of enzyme catalysis; Activation energy, Collision theory, Order and molecularity of a reaction, Reaction rate, Rate constant, Equilibrium constant, Initial velocity; Henri and Michealis-Menten equation; Briggs-Haldane equation; K_M, V_m, K_{cat}; Lineweaver-Burk plot; Eady-Hofstee and Hanes plot; Eisenthal and Cornish-Bowden plot; Haldane relationship for reversible reactions; Rapid, pre-steady state and relaxation kinetics; King and Haldane concept; Reversible and irreversible enzyme inhibition, competitive-, uncompetitive-, non-competitive-, mixed, partial-, substrate-, allosteric- and irreversible-inhibition models; Kinetics of single and multi-substrate enzyme reactions: ping-pong bi-bi mechanism.

p. Thermodynamics of enzymatic reactions; Free energy; Equilibria; Redox-reactions and Nernst potential; Chemiosmosis; Ion transport across the membrane; respiratory chains; photosynthesis; ATP-synthesis, mitochondria and bacteria

q. Chemistry of nucleic acids; structure of DNA; replication, transcription; gene expression in prokaryotes and eukaryotes; translation structure and function of lipids; biosynthesis of membrane components; assembly and structure of the membrane; chemical structure of carbohydrates; classes of carbohydrates; glycoproteins; glycolipids; sugar metabolism; biosynthesis of sugars; structure and function of amino acids; biosynthesis and degradation of amino acids; structure and function of protein cofactors

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Nach Wahl der/des Studierenden und in Absprache mit dem Fachprüfungsausschuss können 7 ECTS Punkte des Moduls „Methoden und Konzepte“ auch durch ein benotetes Master-Grundpraktikum in dem Fachgebiet, welches weder im Grundlagenmodul noch im Vertiefungsmodul belegt wurde, erworben werden.

Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c.–p.) im Umfang von 9 ECTS Punkten.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a. und 70% b. Ausnahme: Wenn das Master-Grundpraktikum und das Vertiefungspraktikum absolviert wurden, setzt sich die Modulnote aus 70% b.+ 15% Master-Grundpraktikum und 15% Vertiefungspraktikum zusammen.

Literatur

Nelson, Cox: *Lehninger Biochemie*, Springer, 2009

Vorlesungs- aufzeichnungen

Handouts und Übungsmaterial zum Modul in den jeweiligen Lehrveranstaltungen und weiterführende Informationen zu den Modulen unter <http://portal.uni-freiburg/biochemie>

Dauer	Das Vertiefungspraktikum umfasst 8 Wochen (6 Wochen Praktikum plus 2 Wochen zur Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 300 Arbeitsstunden.
	-
Weitere Informationen	Fakultät für Chemie und Pharmazie
Export / Import	

Modulname	Grundlagenmodul Makromolekulare Chemie
Fach	Makromolekulare Chemie
Untertitel	MC GM / Wahlpflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1. / 2. 14 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Pflicht (8 ECTS Punkte)					
a. Master-Grundpraktikum Makromolekulare Chemie	Pr	120 h	90 h	7	8
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
Wahlpflicht (mind. 6 ECTS Punkte)					
c. Physikalische Chemie von Makromolekülen (MC III)	VL	30 h	60 h	3	2
d. Chemie von Makromolekularen Materialien (MC II)	VL	30 h	60 h	3	2
e. Polymer Systems for Life Sciences (MC IV)	VL	30 h	60 h	3	2
f. Soft matter and Bio-Nanosciences (MC V)	VL	30 h	60 h	3	2

Modulverantwortlicher Prof. Rolf Mülhaupt (rolf.muelhaupt@makro.uni-freiburg.de)
Prof. Prasad Shastri (prasad.shastri@makro.uni-freiburg.de)
Prof. Andreas Walther (andreas.walther@makro.uni-freiburg.de)
Institut für Makromolekulare Chemie, Stefan-Meier-Str. 31, 79104 Freiburg,

Dozenten Friedrich, Mülhaupt, Shastri, Walther und andere Dozenten der MC

Turnus a. jedes Wintersemester (>5 TN zusätzlich im Sommersemester)
b. jedes Semester
c./d./e., f. siehe Vorlesungsverzeichnis

Sprache Deutsch, Englisch (MC IV)

Voraussetzungen Praktische und theoretische Grundkenntnisse in Makromolekularer Chemie
b. Das Master-Grundpraktikum Makromolekulare Chemie muss erfolgreich absolviert worden sein (oder anerkannt worden sein).

Lernziele In Einzelveranstaltungen vertiefen die Studierenden, aufbauend auf den Grundlagen der Chemie, Physik und Technologie von Makromolekülen, ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Polymerwissenschaften. Sie können Methoden zur Synthese, Materialcharakterisierung, Funktionspolymerdesign, Polymerverarbeitung anwenden.

Lehrinhalt

a. Praktische Erfahrung mit wichtigen Methoden in den Polymerwissenschaften, z.B. moderne Mikroskopie an Oberflächen und Grenzflächen (AFM, TEM, ESEM), funktionalisierte Polymere und Polymeranalytik (GPC, MALDI-ToF), Rheologie und Polymerverarbeitung, polymere Werkstoffe (Duroplaste, Thermoplaste, Kautschuk), Dispersionen, Biopolymere und Polymere für die Life Sciences.

c. Konformation und Modelle für Makromoleküle, freies Volumen, Transport, Wechselwirkung Polymer/Lösungsmittel (Flory-Huggins) mit Phasenseparation und Fraktionierung, Polymeranalytik (Lichtstreuung, GPC, Viskosimetrie), Strukturbildung und Multiphasenpolymere, Kautschukelastizität, Kristallisation, Viskoelastizität, Spektroskopie, Rheologie, Polymerverarbeitung.

d. Synthesemethoden und Reaktionsmechanismen (Ketten- und Stufenreaktionen) am Beispiel von modernen polymeren Werkstoffen,

Heterophasenpolymerisation, Reaktorblends, Blockcopolymersynthese, Polymerisationskatalyse, regio- und stereoselektive Polymerisation, Polymere aus Kohlendioxid, polymeranaloge Reaktionen.

e. Biomaterialien und biofunktionale Makromolekulare Chemie, Systemintegration, bildgebende Verfahren, ausgewählte Anwendungen von Funktionspolymeren in den Life Sciences.

f. Soft matter and Bio-Nanosciences

This course will connect self-assembly and other structuration processes to the materials world with a special emphasis on soft matter and biobased/biological components: Self-assembly vs. self-organization; switches vs. motors; responsive vs active materials; hierarchical force and time scales; surface forces and wetting; liquid crystalline polymers; reversible polymers and self-healing; biobased macromolecular systems (peptide, proteins, DNA Nanoscience); topology effects of macromolecular systems.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Wenn in diesem Fachgebiet die Kompetenzen des Praktikums bereits außerhalb des Masterstudiums in Form von z.B. einer B.Sc. Arbeit erworben wurden, so kann das Praktikum in diesem Modul ersetzt werden. Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c.-f.) im Umfang von 6 ECTS Punkten. Die Prüfungsdauer beträgt maximal 30 Min.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a und 70% b.

Ausnahme: Wenn das Praktikum erlassen wurde, errechnet sich die Modulnote zu 100% b.

Literatur

B.Tieke, *"Makromolekulare Chemie- Eine Einführung"*, Wiley-VCH, Weinheim 2005

Vorlesungsaufzeichnungen

Handouts und Übungsmaterial zum Modul in den jeweiligen Lehrveranstaltungen und weiterführende Informationen zu den Modulen unter <http://portal.uni-freiburg.de/makro-chemie>

Weitere Informationen

-

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Modulname	Vertiefungsmodul Makromolekulare Chemie
Fach	Makromolekulare Chemie
Untertitel	MC VM / Wahlpflichtmodul
Empfohlenes Semester:	2./3. 20 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (20 ECTS Punkte)					
a. Vertiefungspraktikum Makromolekulare Chemie	Pr	150 h	150 h	10	10
b. Modulteilprüfung	MTP		30 h	1	
c. Physikalische Chemie von Makromolekülen (MC III)	VL	30 h	60 h	3	2
d. Chemie von Makromolekularen Materialien (MC II)	VL	30 h	60 h	3	2
e. Polymer Systems for Life Sciences (MC IV)	VL	30 h	60 h	3	2
f. Soft matter and Bio-Nanosciences (MC V)	VL	30 h	60 h	3	2

**Modul-
verantwortlicher** Prof. Rolf Mülhaupt (rolf.muelhaupt@makro.uni-freiburg.de)
Prof. Prasad Shastri (prasad.shastri@makro.uni-freiburg.de)
Prof. Andreas Walther (andreas.walther@makro.uni-freiburg.de)
Institut für Makromolekulare Chemie, Stefan-Meier-Str. 31, 79104
Freiburg,

Dozenten Friedrich, Mülhaupt, Shastri, Walther und andere Dozenten der MC

Turnus a./b. jedes Semester
c./d./e./f. siehe Vorlesungsverzeichnis

Sprache Deutsch, Englisch (MCIV)

Voraussetzungen Praktische und theoretische Grundkenntnisse in Makromolekularer Chemie

Lernziele In Einzelveranstaltungen vertiefen die Studierenden, aufbauend auf den Grundlagen der Chemie, Physik und Technologie von Makromolekülen, ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Polymerwissenschaften. Sie können Methoden zur Synthese, Materialcharakterisierung, Funktionspolymerdesign, Polymerverarbeitung anwenden.

Lehrinhalt a. Vertiefende Praktische Erfahrung mit wichtigen Methoden in den Polymerwissenschaften, z.B. moderne Mikroskopie an Oberflächen und Grenzflächen (AFM, TEM, ESEM), funktionalisierte Polymere und Polymeranalytik (GPC, MALDI-ToF), Rheologie und Polymerverarbeitung, polymere Werkstoffe (Duroplaste, Thermoplaste, Kautschuk), Dispersionen, Biopolymere und Polymere für die Life Sciences.
Das Vertiefungspraktikum kann in Absprache mit dem Fachbereichslehrenden in einer Forschungseinrichtung oder an einer anderen Uni absolviert werden.

c. Konformation und Modelle für Makromoleküle, freies Volumen, Transport, Wechselwirkung Polymer/Lösungsmittel (Flory-Huggins) mit Phasenseparation und Fraktionierung, Polymeranalytik (Lichtstreuung, GPC, Viskosimetrie), Strukturbildung und Multiphasenpolymere, Kautschukelastizität, Kristallisation, Viskoelastizität, Spektroskopie, Rheologie, Polymerverarbeitung.

d. Synthesemethoden und Reaktionsmechanismen (Ketten- und Stufenreaktionen) am Beispiel von modernen polymeren Werkstoffen,

Heterophasenpolymerisation, Reaktorblends, Blockcopolymersynthese, Polymerisationskatalyse, regio- und stereoselektive Polymerisation, Polymere aus Kohlendioxid, polymeranaloge Reaktionen.

e. Biomaterialien und biofunktionale Makromolekulare Chemie, Systemintegration, bildgebende Verfahren, ausgewählte Anwendungen von Funktionspolymeren in Life Sciences.

f. _ Soft matter and Bio-Nanosciences

This course will connect self-assembly and other structuration processes to the materials world with a special emphasis on soft matter and biobased/biological components: Self-assembly vs. self-organization; switches vs. motors; responsive vs active materials; hierarchical force and time scales; surface forces and wetting; liquid crystalline polymers; reversible polymers and self-healing; biobased macromolecular systems (peptide, proteins, DNA Nanoscience); topology effects of macromolecular systems.

Studien- und Prüfungsleistungen

a. PL: schriftliche/mündliche/praktische Modulteilprüfung - die mündliche Prüfung kann vom Assistenten abgenommen werden.

Nach Wahl der/des Studierenden und in Absprache mit dem Fachprüfungsausschuss können 7 ECTS Punkte des Moduls „Methoden und Konzepte“ auch durch ein benotetes Master-Grundpraktikum in dem Fachgebiet, welches weder im Grundlagenmodul noch im Vertiefungsmodul belegt wurde, erworben werden.

Es wird empfohlen, dass die Protokolle spätestens 1 Woche nach dem Praktikum abgegeben werden und nach max. 2 Wochen zu korrigieren sind.

b. PL: mündliche Modulteilprüfung über den Stoff der besuchten Vorlesungen (c.-f.) im Umfang von 9 ECTS Punkten.

Die Modulnote errechnet sich aus 30% a. und 70% b. Ausnahme: Wenn das Master-Grundpraktikum und das Vertiefungspraktikum absolviert wurden, setzt sich die Modulnote aus 70% b.+ 15% Master-Grundpraktikum und 15% Vertiefungspraktikum zusammen.

Literatur

B.Tieke, *„Makromolekulare Chemie- Eine Einführung“*, Wiley-VCH, Weinheim 2005

Vorlesungsaufzeichnungen

Handouts und Übungsmaterial zum Modul in den jeweiligen Lehrveranstaltungen und weiterführende Informationen zu den Modulen unter <http://portal.uni-freiburg.de/makro-chemie>

Weitere Informationen

-

Dauer

Das Vertiefungspraktikum umfasst 8 Wochen (6 Wochen Praktikum plus 2 Wochen zur Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 300 Arbeitsstunden.

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Export / Import

In dem Modul „Methoden und Konzepte“ müssen mind. 9 ECTS in Chemie-nahen Fächer erbracht werden, außer der Betreuer der Masterarbeit fordert dies nicht. Die weiteren 4 ECTS können in anderen Bereichen erbracht werden, die dazu dienen, die berufliche Perspektive zu verbessern

Modulname	Methoden und Konzepte
Fach	Chemie
Untertitel	Meth / Wahlpflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1.-4. 13 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Wahlpflicht (mind. 6 ECTS Punkte (bei viertem Grundpraktikum), ansonsten mind. 13 ECTS_Punkte – siehe auch „Studien- und Prüfungsleistungen“):					
a. Symmetrie für Chemiker	Pr	15 h	15 h	1	
b. Kristallographie für Chemiker	Pr	15 h	15 h	1	
c. Röntgenbeugung	Pr	15 h	15 h	1	
d. Schwingungsspektroskopie	Pr	15 h	15 h	1	
e. Festkörpersynthesemethoden	Pr	15 h	15 h	1	
f. Quantenchemie	VL	15 h	15 h	1	
g. NMR-Spektroskopie	VL	15 h	15 h	1	
h. C-C-Verknüpfungen für Fortgeschrittene	VL	30 h	30 h	2	2
i. C/H- und C/Het-Verknüpfungsreaktionen		30 h	30 h	2	2
j. Syntheseplanung und -strategien in der Organischen Chemie	VL	30 h	30 h	2	2
k. Physikalisch-Organische Chemie	VL	30 h	30 h	2	2
l. Bioorganische Chemie I					
m. Bioorganische Chemie II					
n. Fortgeschrittenes Laborpraktikum (außer dem, das im Vertiefungsmodul OC aufgeführt ist) gemäß Absprache mit den Fachbereichslehrenden	Pr	20 h	40 h	2	
o. <i>in-situ</i> -IR-Spektroskopie in Kombination mit DFT-Rechnungen	Pr	20 h	40 h	2	
p. Reaktionen unter Druck	Ü	15 h	15 h	1	1
q weitere aktuelle Lehrveranstaltungen der Institute					
r. Übungen zu einer Lehrveranstaltung aus den Wahlbereichen des OC-Grundlagen- oder OC-Vertiefungsmoduls					
s. Instrumental and theoretical methods of the CUP Faculty (http://portal.uni-freiburg.de/instmeth)					
z. Spezialvorlesungen und Praktika entsprechend der aktuell via LSF angebotenen Lehrveranstaltungen					

**Modul-
verantwortlicher**

Prof. Dr. T. Friedrich (friedrich@bio.chemie.uni-freiburg.de)
Institut für Biochemie; Albertstr. 21, 79104 Freiburg

Dozenten

Dozenten der Institute der Chemie und anderer Fakultäten

Turnus

siehe Vorlesungsverzeichnis und in Absprache mit den Dozierenden

Sprache

Deutsch

Voraussetzungen	Lehrveranstaltungen aus diesem Modul sind keine Voraussetzungen für Lehrveranstaltungen in den Grundlagenmodulen.
Lernziele	Die Studierenden können verschiedener Messgeräte selbstständig bedienen und die Ergebnisse auswerten.
Lehrinhalt	a. Punktgruppen zur Beschreibung der Symmetrie von Molekülen; Darstellungstheorie und Anwendungen. b. Translationssymmetrie, Raumgruppen und ihre Anwendung in der Kristallchemie und für die Röntgenbeugung. c. Grundlagen der Röntgenbeugung an Pulvern und Einkristallen, Röntgenstrukturanalyse. d. Theoretische Grundlagen und Technik der IR- und Raman-Spektroskopie für Molekülverbindungen und Feststoffe. e. Ausgewählte synthetische Methoden der Festkörperchemie unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Grundlagen. f. Quantenmechanische Methoden u. ihre Anwendung auf Molekül- und Festkörperverbindungen. g. Heteronukleare Kernmagnetische Resonanz. h. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die gängigen C-C-bildenden Reaktionen. Neben der 1,2-Additionen von Organometallnucleophilen an die Carbonylgruppe werden ausgewählte S_N-Typ und S_N'-Typ Reaktionen mit C-Nucleophilen besprochen. Es werden diverse Synthesemethoden für unterschiedlich große Ringsysteme aufgezeigt. Darüberhinaus werden retrosynthetische Analysen von Strukturen vermittelt. i. Es werden grundlegende und moderne Synthesemethoden der C-H- und C-Het-Bindungsknüpfung vermittelt. Neben verschiedenen S_N-Reaktionen (z. B. am anomeren Kohlenstoff) werden Umwandlungen von C=C- Doppelbindungen (z. B. durch Hydroformylierung) und enantioselektive nucleophile Substitution durch Heteroatom-$Nu^\ominus$ am Carboxyl-Kohlenstoff besprochen. j. <u>Variante I</u>: (im Wechsel mit Variante II angeboten): An funktionellen Gruppen orientierte Bindungssätze wie Polare Synthese, Bindungsknüpfung zwischen zwei funktionellen Gruppen, Umpolung, sowie diverse Abstände funktioneller Gruppen werden besprochen. Am Molekülgerüst orientierte Bindungssätze wie FGA-Strategie zum Aufbau von Verzweigungen und Symmetrie im Molekülskelett werden aufgezeigt. Der Aufbau von cyclischen Strukturen und der Einsatz geeigneter Schutzgruppentechniken werden vermittelt. <u>Variante II</u> (im Wechsel mit Variante I angeboten): Die Vorlesung vermittelt die retrosynthetische Analyse und das dazugehörige Vokabular. Neben Transform-, und Topologie-geleiteter Retrosynthesen wird der Einsatz ausgewählter Synthons erklärt. Bei der Syntheseplanung werden Konvergenzen und Symmetrie ausgenutzt. k. Es werden unterschiedliche Modellvorstellungen besprochen; u. a. die qualitative MO Theorie und die Anwendung dieses Modells auf chemische Reaktionen. Daneben werden Reaktionsmechanismen abgeleitet und

Orbitalwechselwirkungen berücksichtigt.

l./m. Folgende Themenblöcke werden nach Rücksprache mit den Studierenden besprochen: DNA/RNA-Synthesen; Peptidsynthese; Proteinbiosynthese; DNA und Proteinsequenzierung; Schutzgruppenstrategien, Enzyme, Tagging und Festphasenchemie in der Organischen Synthese

o. Das ReactIR™ als moderne Methode der Reaktionsverfolgung. DFT-Rechnungen zur Identifizierung von Schwingungsbanden.

p. Verwendung von Autoklaven für homogenkatalytische Reaktionen, wie z.B. die Hydroformylierung oder die Hydrierung.

q./z. siehe im aktuellen Vorlesungsverzeichnis unter Überschrift „Methoden und Konzepte“.

Studien- und Prüfungsleistungen

In dem Modul „Methoden und Konzepte“ müssen mind. 9 ECTS in Chemie-nahen Fächer erbracht werden, außer der Betreuer der Masterarbeit fordert dies nicht. Die weiteren 4 ECTS können in anderen Bereichen erbracht werden, die dazu dienen, die berufliche Perspektive zu verbessern.

a.-z. SL: Referate, Protokolle, Versuchsaufbaute...

Die Obergrenze für Lehrveranstaltungen dieses Moduls ist bei 4 ECTS Punkten.

Wenn ein viertes Master-Grundpraktikum absolviert wird, werden 7 ECTS Punkte in diesem Modul erlassen; dabei spielt es keine Rolle, ob dieses vierte Master-Grundpraktikum angefertigt wurde, weil das Master-Studium gemäß 'Variante 2' (s. S. 9) oder gemäß 'Variante 3' (s. S. 9) gestaltet wurde.

BOK Kurse (incl. Sprachkurse) und Auslandsaufenthalte können mit max. 4 ECTS Punkten dem Modul Methoden und Konzepte (Methodenteil) angerechnet werden.

Wurde die Bachelorarbeit in der Physikalischen Chemie angefertigt, so werden im Master Grundpraktikum weitere Versuche erwartet – diese werden im Modul Methoden und Konzepte entsprechend ihrem Aufwand mit max. 4 ECTS Punkten verbucht.

Literatur

Wird zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Vorlesungsaufzeichnungen

-

Weitere Informationen

Auf der Homepage der jeweiligen Institute

Export / Import

Fakultät für Chemie und Pharmazie

Für den Erwerb des Scheins der „Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV) werden die beiden folgenden Veranstaltungen (Rechtskunde und Toxikologie) empfohlen zu absolvieren.

Modulname	Toxikologie
Fach	Pharmakologie
Untertitel	TOX/Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	1./2.
	4 ECTS CP

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Toxikologie für Studierende der Chemie und anderer Naturwissenschaften (TOX)	VL	30 h	90 h	4	2

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Dr. Aktories (klaus.aktories@pharmakol.uni-freiburg.de)
Institut für Experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie, Albertstraße 25, 79104 Freiburg

Dozenten Aktories, Bültmann, Jank, Orth, Papatheodorou, Szabo

Turnus jedes SS

Sprache deutsch

Voraussetzungen -

Lernziele Die Studierenden können wesentliche Eigenschaften gefährlicher Stoffe und Zubereitungen nach § 3 Abs 1 Satz 1 ChemVerbotsV erklären und erfüllen damit die Voraussetzung für den Erwerb der Sachkunde nach §5 ChemVerbotsV.

Lehrinhalt Inverkehrbringen von Stoffen und Zubereitungen, die nicht Biozid-Produkte oder Pflanzenschutzmittel sind:

1. Physikalische und chemische Eigenschaften
2. Grundkenntnisse der Toxikologie
3. Wirkungen gefährlicher Stoffe auf die Umwelt
4. Spezielle Eigenschaften wichtiger Stoffgruppen und bedeutender Einzelstoffe
5. Möglichkeiten der Gefahrenabwehr
6. Vertiefte Kenntnisse der ChemVerbotsV/ REACH-VO Nr. 1907/2006
7. Vertiefte Kenntnisse des Gefahrstoffrechts/CLP-VO 1272/2008
8. Vertiefte Kenntnisse über einige Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

Inverkehrbringen von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmitteln:

1. Physikalische und chemische Eigenschaften
2. Grundkenntnisse der Toxikologie
3. Wirkungen von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmitteln auf die Umwelt
4. Haupteinsatzgebiete und Wirkungsspektren wichtiger Stoffgruppen der Biozid-Produkte (gemäß Biozid-Richtlinie)

Anhang V) und Pflanzenschutzmittel

5. Möglichkeiten der Gefahrenabwehr

6. Vertiefte Kenntnisse der Chemikalien-Verbotsverordnung/
REACH-VO Nr. 1907/2006

7. Vertiefte Kenntnisse der Gefahrstoffverordnung, der
entsprechenden Vorschriften für Biozide des ChemG, der Biozid-
Richtlinie, des Pflanzenschutzgesetzes sowie der CLP-VO Nr.
1272/2008

8. Anwendung von Biozid-Produkten und Pflanzenschutzmitteln

Darüber hinaus werden folgende Themen vertiefend angeboten:

Allgemeine Toxikologie: Grundlagen, Dosis-Wirkungs-Beziehung,
Toxikokinetik, Toxikodynamik, Lebensmittel-, Öko- und klinische
Toxikologie; Spezielle Toxikologie: Organische Lösungsmittel,
Atemgifte und Lungenreizstoffe, Metalle, Umweltgifte,
Insektizide, Krebsentstehung und chem. Cancerogene

Studien- und Prüfungsleistungen

SL: schriftliche Arbeit

Modulname	Rechtskunde für Studierende der Naturwissenschaften und Medizin
Fach	Zentrum f. Schlüsselqualifikation
Untertitel	RK/BOK
Empfohlenes Semester:	3. 4 ECTS CP

Lehrveranstaltungen	Lehrform	Kontaktzeit	Selbststudium	ECTS CP	SWS
Rechtskunde für Studierende der Naturwissenschaften und Medizin (RK)	VL	30 h	90 h	4	2

Modulverantwortlicher Prof. Dr. Dieter Eisenbach

Dozenten Eisenbach, Dieter

Turnus Jedes WS

Sprache deutsch

Voraussetzungen -

Lernziele Die Studierenden können arbeits- und umweltschutzrechtliche Grundlagen für gefahrengeneigte Tätigkeiten, insbesondere für die Handhabung von Gefahrstoffen, wiedergeben. Die Studierenden sind in der Lage, in konkreten beruflichen Situationen die geeigneten Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Die Studierenden können die wesentlichen gesetzlichen Regelungen für das Inverkehrbringen von gefährlichen Stoffen und Gemischen gemäß § 3 der Chemikalienverbotsverordnung benennen und erfüllen damit die Voraussetzung für den Erwerb der Sachkunde nach § 5 der genannten Verordnung.

Lehrinhalt

1. Grundlagen des deutschen und europäischen Chemikalienrechts
2. Gefahrstoffverordnung
3. Chemikalien-Verbotsverordnung
4. Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen auf nationaler und EG-Ebene
5. Verwaltungs-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht
6. Grundbegriffe der Gefahrstoffkunde
7. Mit der Verwendung verbundene Gefahren
8. Informationen zur Gefahrenabwehr und Erste Hilfe
9. Technische Regeln für Gefahrstoffe - Funktion der TRGS

Darüber hinaus werden folgende Themen vertiefend angeboten: Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten, zivil- und strafrechtliche Konsequenzen; Gefahren und Schutzmaßnahmen beim Einsatz von Chemikalien; spezielle Gefahrstoffe; Gefahrgut-Transport; Anlagensicherheit; Immissionsschutz; Gewässer- und Bodenschutz; Abfälle; Tierschutz, Pflanzenschutzmittel

Studien- und Prüfungsleistungen SL: schriftliche Arbeit

Modulname	Mastermodul
Fach	Anorganische, Organische, Physikalische, Makromolekulare Chemie oder Biochemie
Untertitel	Master / Pflichtmodul
Empfohlenes Semester:	3. / 4. 45 ECTS Punkte

Lehrveranstaltungen	Lehr- form	Kontakt- zeit	Selbst- studium	ECTS CP	SWS
Pflicht (45 ECTS Punkte):					
a. Forschungspraktikum	Pr	330 h	120 h	15	22
b. Masterarbeit	Pr	800 h	100 h	30	

Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. T. Friedrich (friedrich@bio.chemie.uni-freiburg.de) Institut für Biochemie; Albertstr. 21, 79104 Freiburg
Dozenten	Dozenten der Institute
Turnus	a./b. jedes Semester
Sprache	deutsch
Voraussetzungen	b. mindestens 80 ECTS Punkte
Lernziele	Die Studierenden können wissenschaftliche Texte kritisch lesen, verstehen und formulieren. Die Studierenden können ihr Fachwissen in neuen und unvertrauten (auch multidisziplinär) Zusammenhängen im Bereich der Chemie anwenden. Sie können weitgehend selbstständig moderne Methoden einsetzen und Versuche/Untersuchungen aufbauen, durchführen und dokumentieren.
Lehrinhalt	a. Vorbereitung und Einarbeitung in das Masterthema. Das Forschungspraktikum kann in Absprache mit dem Fachbereichslehrenden in einer Forschungseinrichtung, Industrie oder an einer anderen Uni absolviert werden. b. Die Masterarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die thematisch, methodisch und inhaltlich unter Anleitung gestellt wird. Die Masterarbeit ist aus einem Fachgebiet und sollte einfach gehalten werden. Die Masterarbeit wird von 1. Referent: Betreuender Professor 2. Korreferent: Professor, Nachwuchsgruppenleiter (oder ein prüfungsberechtigter Dozent) betreut. Der Referent muss Mitglied unserer Fakultät sein. Die Masterarbeit sollte in der Fakultät für Chemie und Pharmazie erstellt werden. Ausnahmen müssen über den Masterprüfungsausschuss genehmigt werden.
Studien- und Prüfungs- leistungen	a. SL: Referaten, Protokollen, Versuchsaufbauten... b. PL: schriftliche Arbeit
Literatur	Wird entsprechend der Themenstellung selbstständig recherchiert.
Vorlesungs- aufzeichnungen	-

Dauer	Das Forschungspraktikum umfasst in der Chemie 12 Wochen (10 Wochen Praktikum plus 2 Wochen Nachbereitung). Das Praktikum umfasst 450 Arbeitsstunden.
Export / Import	Fakultät für Chemie und Pharmazie

Anhang

Ansprechpartner:

Kontakt Daten

Studiendekan:

Prof. Dr. Thorsten Friedrich

Email: Thorsten.Friedrich@uni-freiburg.de

Tel.: 0761 203 6060

Fax: 0761 203 6096

Studiengangkoordination:

Annika Hartwig, M.A.

Tel.: 0761 203 67379

Dr. Sabine Richter

Tel.: 0761 203 6063

Email: studiengangkoordination@chemie.uni-freiburg.de

Kooperationen mit anderen Hochschulen

1. Grenzüberschreitender Studiengang Chemie Bachelor of Science Regio Chimica:

Beteiligte Hochschulen :

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse - Université de Haute-Alsace

Fakultät für Chemie und Pharmazie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

„Hervorragende Chemiker für Europa

Mit diesem Ziel startet 2010 ein neuer grenzüberschreitender Studiengang zwischen Freiburg und Mulhouse. Der Bachelor "Regio Chimica" bietet Studierenden neben einer fundierten Chemieausbildung, interkulturelle und Managementkompetenzen im Bereich Industrie und Forschung. Dreisprachig und innovativ wird dieser Studiengang die Studierenden optimal auf den europäischen Arbeitsmarkt vorbereiten.“

2. Partnerhochschulen

England

- University of Sussex, Brighton
- University of Liverpool, Liverpool
- University of Manchester, Manchester
- University of East Anglia, Norwich

Frankreich

- Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, Montpellier
- Université Pierre et Marie Curie, Paris
- Université de Strasbourg

Italien

- Università di Bologna, Bologna

Spanien

- Universidad de Alicante, Alicante
- Universidad de Granada, Granada

Schweiz

- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne