Modulhandbuch

zum

Bachelorstudiengang Chemie

einschließlich der Änderungen im Rahmen der
Prüfungsordnung zum WiSe 21/22
sowie der
Änderungsordnung zum SoSe 26

Stand: 22.07.2026

Modulübersicht

Modul		Seite
MPa	Physik für Chemiestudierende 1	3
MPb	Physik für Chemiestudierende 2	5
MP1P	Physikalisches Praktikum	7
MTO	Toxikologie und Rechtskunde	9
MMa	Mathematik für Chemiestudierende 1	11
MMb	Mathematik für Chemiestudierende 2	13
MACa	Allgemeine und Anorganische Chemie 1	15
MAC1P	Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1	18
MACb	Anorganische Chemie 2	21
MAC2P	Anorganisch-Chemisches Praktikum 2	24
MACc	Anorganische Chemie 3	27
MOCa	Organische Chemie 1	30
MOCb	Organische Chemie 2: Einführung in die Synthesewissenschaft	34
MOC1P	Organisch-Chemisches Praktikum: Synthesewiss. Grundpraktikum	36
MOCc	Organische Chemie 3: Methoden und Mechanismen	39
MPCa	Physikalische Chemie 1 und 2	41
MPC1P	Physikalisch-Chemisches Praktikum 1	44
MPCb	Physikalische Chemie 3	47
MPC2P	Physikalisch-Chemisches Praktikum 2	49
MPCc	Physikalische Chemie 4	52
MMAO	Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lös. (OC)	54
MMAO1P	Praktikum Synthesen und Methoden (AC/OC)	60
MAAC	Angewandte Analytische Chemie	63
MSM	Statistische Methoden	65
MBCa	Biochemie und Molekularbiologie	67
MWV	Wahlpflichtvorlesungen	69
MV1P, MV2P	Vertiefungspraktika	125
	Bachelorarbeit und Disputation	135

Modulbezeichnung		**Physik für Chemiestudierende 1**		
Kürzel		MPa		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Physik für Chemiestudierende 1	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Physik für Chemiestudierende 1	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Dekan der Fakultät Physik
Dozent(in)	Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Physik und können diese zur Lösung für sie neuer physikalischer Aufgabenstellungen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage, - aufgrund ihrer Kenntnisse der grundlegenden Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik, diese anzuwenden und deren Bedeutung sowohl für die Wissenschaft als auch darüber hinaus einordnen zu können. - die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der

	Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren. - Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik wiederzugeben, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden. - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen. - die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen. - ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und die Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.
Inhalt	1. Einleitung - wissenschaftliche Methodik - Größen, Maßeinheiten, Messfehler 2. Mechanik - Kinematik - Dynamik von Massenpunkten, - Arbeit und Energie, - Stoßprozesse - Dynamik der Drehbewegung - Mechanik in bewegten Bezugsystemen - Hydrostatik und Hydrodynamik 3. Elektro- und Magnetostatik - Ladung und elektrisches Feld - Stationäre Ströme - Magnetfelder - bewegte Ladungen im Magnetfeld - Materie in Feldern
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation, Vorführung physikalischer Experimente
Literatur	Vorlesungsbegleitendes Skript, einschlägige Lehrbücher der Experimentalphysik

Modulbezeichnung		**Physik für Chemiestudierende 2**		
Kürzel		MPb		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Physik für Chemiestudierende 2	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Physik für Chemiestudierende 2	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Dekan der Fakultät Physik
Dozent(in)	Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der Physik und können diese zur Lösung für sie neuer physikalischer Aufgabenstellungen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage, - auf der Basis ihrer Kenntnisse der grundlegenden Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik deren Bedeutung sowohl für die Wissenschaft als auch darüber hinaus einordnen zu können. - die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren.

	- Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik zu nennen, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden. - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen. - die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen. - ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.
Inhalt	1. Elektrodynamik - Maxwell'sche Gleichungen - Schwingungen und Wellen in Mechanik und Elektrodynamik 2. Optik - Geometrische Optik - Wellenoptik 3. Atom- und Kernphysik - Versagen der klassischen Physik - Unschärferelation - Wasserstoffatom - Bahn- und Spinmagnetismus - Zeeman- und Stark-Effekt - Aufbau der Atome und des Periodensystems - Aufbau der Kerne - Kernreaktionen - Strahlenarten - Anwendungen radioaktiver Stoffe
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Tafel, Vorführung physikalischer Experimente
Literatur	Vorlesungsbegleitendes Skript, einschlägige Lehrbücher der Experimentalphysik

Modulbezeichnung		**Physikalisches Praktikum**		
Kürzel		MP1P		
Turnus jährlich im SoSe, vorlesungsfreie Zeit	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 3	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-Zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalisches Praktikum	P	3	3	45	45

Modulverantwortliche(r)	Dekan der Fakultät Physik
Dozent(in)	Dr. Siegmann und Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Mindestens ein bestandenes Physikmodul (MPa oder MPb).
Empfohlene Voraussetzungen	Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung sind 9 testierte Praktikumsversuche. Modulprüfung: Mündliche Abschlussprüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Für das Physikpraktikum besteht Anwesenheitspflicht, da das Lernziel nur durch das Arbeiten an den dort vorhandenen Apparaturen und experimentellen Einrichtungen erreicht werden kann. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z. B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können maximal zwei Versuche wiederholt werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der experimentellen Arbeitsweise der Physik, einschließlich der Aufnahme, Auswertung und Interpretation von Messdaten und können dieses Wissen bei der Durchführung physikalischer Experimente anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage,

	- einfache, physikalische Versuchsapparaturen nach Anleitung aufzubauen und in Betrieb zu setzen. - Messdaten (computerunterstützt) zu erfassen und auszuwerten. - bei Experimenten beobachtete Phänomene mittels Modellvorstellungen aus der Physik zu deuten und zu interpretieren. - Messunsicherheiten der erhaltenen physikalischen Messgrößen durch Fehlerrechnung quantitativ abzuschätzen und die aus den Daten erhaltenen Ergebnisse kritisch zu hinterfragen. - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen. - Physikalische Experimente mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement durchzuführen. - verantwortungsbewusst im Team zu handeln - gesetzliche Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), die sie im Modul kennengelernt haben, bei der Planung und Durchführung experimentelle Arbeiten anzuwenden.
Inhalt	Es werden 9 grundlegende physikalische Experimente durchgeführt, wobei methodische Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. Das Praktikum orientiert sich an den Standardversuchen der Experimentalphysik aus den Bereichen: 1. Mechanik 2. Elektrizitätslehre 3. Schwingungen 4. Optik 5. spezielle Physik (z.B. Atomphysik, Radioaktivität). Die grundlegenden Versuche werden durch einfache, aktuelle Versuche ergänzt, um moderne Arbeitstechniken zu erlernen.
Medienformen	Versuchsapparaturen
Literatur	Praktikumsbegleitendes Skript und einschlägige Lehrbücher der Experimentalphysik

Modulbezeichnung		**Toxikologie und Rechtskunde**		
Kürzel		MTO		
Modulniveau		Grundlagenveranstaltung		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 2	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-Zeit	Eigen-studium
1	Toxikologie und Rechtskunde	V	2	2	30 h	30 h
	Summe		**2**	**2**	**30 h**	**30 h**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. J. G. Hengstler
Dozenten	Prof. Dr. J. G. Hengstler, Prof. Dr. T. Gebel, Dr. A. Ghallab, Dr. W. Albrecht
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Schriftliche Klausur bestehend aus 2 Teilen, Rechtskunde und allgemeine Toxikologie, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Verwendung von Gefahrstoffen im Rahmen der Sachkenntnis des § 5 ChemVerbotsV und können dieses Wissen bei der Planung und sicheren Durchführung von Experimenten einsetzen.
Inhalt	Die Vorlesung besteht aus folgenden strukturierten Modulen, die im Detail über die Webseite (www.ifado.de/Lehre) verfügbar sind: 1. Der Zellzyklus und seine Störung durch toxische Substanzen, 2. Fremdstoffmetabolismus, grundlegende Wirkstoffmechanismen toxischer Substanzen, 3. Toxizitätstestung und in vitro Systeme, 4. toxische Substanzen und ihre Wirkmechanismen. 5. Rechtskunde und regulatorische Toxikologie.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MTO sind die Studierenden in der Lage, - bestimmte Alert-Strukturen von Chemikalien zu erkennen. - die wichtigsten Mechanismen der Interaktion toxischer Substanzen mit Zellen wiederzugeben. - auf der Basis der Kenntnis der Grundprinzipien der regulatorischen Toxikologie diese aktiv anzuwenden. - Grundzüge der ChemG, GefStoffV, ChemVerbotsV, EU-Regelungen (REACH) wiederzugeben und für die Lösung von Fallbeispiele einsetzen zu können. - Sicherheitsrelevante Themenbeim Projekt- und Zeitmanagement zu berücksichtigen.. - auf der Grundlage der Kenntnis von gesetzlichen Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) wissenschaftliche Experimente im Labor sicher durchführen. - die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie zu erkennen.
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Lehrvideos, begleitendes Onlineskript, Tafelbilder, über unsere Website verfügbare Arbeitsmaterialien
Literatur	Toxikologie, H. Greim und E. Deml, Verlag VCH Lehrbuch der Toxikologie, H. Marquardt und S.G. Schäfer, Verlag BI Wissenschaftsverlag

Modulbezeichnung		**Mathematik für Chemiestudierende 1**		
Kürzel		MMa		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B.Sc. Chemie B.Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-Zeit**	**Eigen-studium**
1	Mathematik für Chemiestudierende 1	V	4	3	45 h	75 h
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**5**	**4**	**60 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. G. Skoruppa
Dozent(in)	Dr. G. Skoruppa
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solides mathematisches/naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): 120-minütige Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Grundlegende Kenntnisse in die verschiedenen Themenbereiche der Mathematik und ein vertieftes Verständnis der typischen Denkweisen, Darstellungsweisen und Rechentechniken und können sich dieser bei der Lösung mathematischer Probleme eigenständig bedienen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage - mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerten naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbringend einzusetzen. - Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgewogen zu untersuchen und die mathematischen

	Untersuchungsergebnisse in den naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen, - alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen. - die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.
Inhalt	1. Vektoralgebra 2. Matrizen und lineare Gleichungssysteme 3. Analytische Geometrie 4. Komplexe Zahlen 5. Differentialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Tafelanschrieb von mitzurechnenden Beispielen in Vorlesung und Übung, Online-Skript, Webseite mit Arbeitsmaterialien.
Literatur	Brunner/Brück: Mathematik für Chemiker, Spektrum-Verlag, 2. Aufl. 2008
Änderung	Geändert aufgrund eines Fakultätsratsbeschlusses vom 04.02.2015

Modulbezeichnung		**Mathematik für Chemiestudierende 2**		
Kürzel		MMb		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B.Sc. Chemie B.Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Mathematik für Chemiestudierende 2	V	4	3	45 h	75 h
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**5**	**4**	**60 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. G. Skoruppa
Dozent(in)	Dr. G. Skoruppa
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Inhalte des Moduls MMa
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): 120-minütige Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Grundlegende Kenntnisse in die verschiedenen Themenbereiche der Mathematik und ein vertieftes Verständnis der typischen Denkweisen, Darstellungsweisen und Rechentechniken und können sich dieser bei der Lösung mathematischer Probleme eigenständig bedienen..
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage - mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerten naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbringend einzusetzen. - Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgewogen

	zu untersuchen und die mathematischen Untersuchungsergebnisse in den naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen, - alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen. - die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.
Inhalt	1. Taylorreihen 2. Potenzreihen 3. Integralrechnung 4. mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung 5. Differentialgleichungen 6. lineare Differentialgleichungssysteme
Medienformen	Tafelanschrieb und z.T. Beamervortrag in Vorlesung und Übung, Webseite mit Arbeitsmaterialien.
Literatur	Brunner/Brück: Mathematik für Chemiker, Spektrum-Verlag, 2. Aufl. 2008
Aktualisierung	Geändert aufgrund eines Fakultätsratsbeschlusses vom 04.02.2015

Modulbezeichnung		**Allgemeine und Anorganische Chemie 1**		
Kürzel		MACa		
Turnus Jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 8	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Allg. und Anorganische Chemie 1	V	6	4	60 h	120 h
2	Übung zu Allg. und Anorg. Chemie 1	Ü	2	2	30 h	30 h
	Summe		**8**	**6**	**90 h**	**150 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozent(in)	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung ist die Bearbeitung von mehr als 70% aller Übungsaufgaben (Details werden in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben). Modulprüfung: Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Erwerb grundlegender Kenntnisse der allgemeinen und anorganisch-chemischen Prinzipien (mit besonderem Fokus auf Trends der Elemente und Bindungsmodellen) sowie deren Anwendung für Vorhersagen einfacher Strukturen, Reaktivitäten und Eigenschaften von Elementen, Molekülen und Festkörpern.
Inhalt	1. Grundgesetze der Chemie 2. Atomaufbau und Periodensystem der Elemente - Quantentheorie - Bohrsche Atommodell - Schrödinger-Wellengleichung

	- Elektronendichteverteilungen - Aufbauschema PSE - Trends im Periodensystem 3. Eigenschaften der Elemente 4. Modelle der Chemischen Bindung - Kovalente Bindung - Ionische Bindung - Metallische Bindung - Zwischenmolekulare Kräfte 5. Magnetische und elektrische Eigenschaften der Materie - Magnetismus - Elektrische Leitfähigkeit 6. Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik - Ideale und reale Gase - Phasendiagramme - Chemische Gleichgewicht - Massenwirkungsgesetz - Reaktionsgeschwindigkeit - Energie, Enthalpie und Entropie - Hauptsätze der Thermodynamik - Gibbs-Energie, exergone und endergone Reaktionen - Aktivierungsenthalpie 7. Reaktionen in wässriger Lösung und die verschiedenen Reaktionstypen. - elektrolytische Dissoziation - Säuren und Basen - Löslichkeitsprodukt - HSAB-Konzept - Komplexe und Chelateffekt 8. Grundlagen der Elektrochemie - Redoxchemie - elektrochemische Spannungsreihe - Nernst-Gleichung - Faraday'sche Gesetze - galvanische Zellen
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden

	- grundlegende allgemein-chemische Modellvorstellungen und Konzepte unterscheiden, abwägen und anwenden. - vermittelte Konzepte der Chemie verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anwenden und erhaltene Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch vergleichen. - naturwissenschaftliche Phänomene, Eigenschaften der Elemente und deren Reaktivitäten, sowie deren elektronischer Struktur erklären - Bindungsmodelle eigenständig bewerten - Synthesen von kleinen Molekülen, Redoxprozesse und Materialeigenschaften planen - elektronische und thermodynamische Aspekte von gewünschten einfachen Materialeigenschaften sowie von einfachen Transformationen für erfolgreiche Prozessführungen analysieren. - sich selbstorganisiert umfangreiches Wissen aneignen, dieses wiedergeben und die Kenntnisse zur Lösung von neuen Aufgabenstellungen einsetzen - ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einschätzen und dementsprechend ihr Lernverhalten anpassen.
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen
Literatur	1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie", DeGruyter 2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie", DeGruyter 3. R. Steudel, "Chemie der Nichtmetalle", DeGruyter 4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding", University Science Books 5. M. Binnewies, "Allgemeine und Anorganische Chemie", Springer Spektrum 6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität", DeGruyter 7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie", Thieme

Modulbezeichnung		**Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1**		
Kürzel		MAC1P		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zu Allgem. und Anorg.-Chemisches Praktikum 1	S	2	1	15 h	45 h
		Summe	**9**	**11**	**165 h**	**105 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozent(in)	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.) und wiss. Mitarbeitende
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreicher Abschluss des Moduls MACa
Empfohlene Voraussetzungen	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Testierte Praktikumsleistung. Zum erfolgreichen Abschluss des Moduls ist erforderlich: 1. Erfolgreiche Teilnahme an schriftlichen und/oder mündlichen Antestaten zu den Analyseblöcken. 2. Sinnvolle Bearbeitung aller Versuche/Analysen inklusive testierter Protokolle. Die Versuche müssen unter Aufsicht und Anleitung während der Öffnungszeit im Praktikumssaal durchgeführt werden. 3. Erreichen der im Praktikumsskript angegebenen Mindestpunktzahl für die Analysen und Versuche. Anmerkung: Die erfolgreiche Teilnahme am schriftlichen oder mündlichen Antestat ist Voraussetzung für die Durchführung der Versuche des jeweiligen Analysenblocks. Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Diese gilt insbesondere auch für die aktenkundige Sicherheitsbelehrung, sowie die Praktikumsplatzübernahme und -abgabe gemäß Praktikumsordnung. Aus

	organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. R. nach dem letzten Praktikumstermin. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden beherrschen nach Beendigung des Praktikums die grundlegenden Labortechniken der Anorganischen und Analytischen Chemie und sind in der Lage, einfache chemisch-analytische Untersuchungen selbstständig durchzuführen. Die Studierenden sind mit den grundlegenden Kenntnissen der quantitativen Analyse (Volumetrie, Gravimetrie, Photometrie) und der qualitativen Analyse Teil 1 (Anionen, Alkalimetalle, Erdalkalimetalle) vertraut und können diese sicher anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage, - Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Anorganischen Chemie zu unterscheiden, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. - Konzepte der Chemie zu verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anzuwenden und die erhaltenen Ergebnisse durch Vergleich mit experimentellen Beobachtungen kritisch zu hinterfragen. - durch die Kenntnis von Eigenschaften der Hauptgruppenelemente und ausgesuchter Verbindungen deren Bedeutung für Mensch und Umwelt einzuordnen. - geeignete chemisch-analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, Experimente unter Beachtung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften zu planen, durchzuführen, auszuwerten, zu reflektieren und schriftlich zu dokumentieren. - den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen. Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, sich im Team abzustimmen, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.
Inhalt:	<u>Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1:</u> 1. Sicherheit: - Verhalten im Labor, - Umgang mit Gefahrstoffen, Betriebsanweisungen, - Verhalten im Notfall (Sicherheitsbelehrung). 2. Chemische Grundoperationen: - Sachgerechter Umgang mit Chemikalien und Geräten, - Wägen und Volumenmessung, - Methoden der Stofftrennung,

	- Stoffmengenbestimmung, Stoffeigenschaften und Stoffidentifikation, - Volumetrie, Gravimetrie, Fällungstitrationen, Säure-Base-Reaktionen, Redox-Titrationen und Komplexometrie 3. Grundreaktionen und Eigenschaften einfacher Nichtmetall- und Metallverbindungen. 4. Einführung in die Qualitative nasschemische Analyse - Kationentrennungsgang der Löslichen Gruppe, Ammoniumcarbonat-Gruppe und Anionentrennungsgang nach Jander Blasius 5. Fachsprache der Chemie. Nomenklatur und Protokollführung. <u>Seminar zu Allgem. und Anorg.-Chemisches Praktikum 1:</u> 1. Sicherheitsbelehrung, 2. Theorie zu den Praktikumsversuchen 3. Übungen zum Praktikum.
Medienformen	Praktikumsskript, PowerPoint Präsentation, Tafelbild
Literatur	1. Jander Jahr, Maßanalyse, Theorie und Praxis der Titrationen mit chemischen und physikalischen Indikationen, z. B. 16. Auflage, Walter de Gruyter, 2002. 2. Jander Blasius, Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, z. B. 14. Auflage, Hirzel Verlag 1995. 3. Jander Blasius, Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, z. B. 16. Auflage, Hirzel Verlag 2006 4. U. R. Kunze, Grundlagen der quantitativen Analyse, z B. 3. Auflage, Thieme Verlag.

Modulbezeichnung		**Anorganische Chemie 2**		
Kürzel		MACb		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Anorganische Chemie 2	V	4	3	45 h	80 h
2	Übung zu Anorg. Chemie 2	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**5**	**4**	**60 h**	**95 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Guido Clever
Dozent(in)	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Physik für Chemiestudierende 1 (MPa), Mathematik für Chemiestudierende 1 (MMa), Modul Allgemeine und Anorganische Chemie 1 (MACa) und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1 (MAC1P)
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegender Kenntnisse der anorganischen Stoffchemie der Elemente und Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen und bekommen Einblicke in wichtige technische Verfahren, industrielle Anwendungen und Analysemethoden der Elemente. Die Studierenden können das erworbene Wissen zur Eigenständige Planung von Synthesen und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - die Grundlagen von Struktur, Bindungsverhältnissen, physikalischen Eigenschaften (z.B. Farbe) und Reaktivität von Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen wiedergeben

	- die vermittelten Konzepte verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anwenden und die erhaltenen Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch analysieren. - anorganischen Verbindungen benennen und beschreiben. Die Studierenden haben ein fundiertes Wissen über Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften, Anwendung und Analyse der Verbindungen erworben. - ihr erworbenes Wissen über der wichtigsten Verbindungsklassen, Synthese- und Aufreinigungsmethoden zur Planung eigener Synthesen und Experimente nutzen. - die Kenntnisse über die Eigenschaften der Elemente, deren Verbindungen, Reaktivitäten, elektronische Struktur, Anwendung und technologischer Bedeutung zur vergleichenden Diskussion von Eigenschaften, Strukturen und Reaktivität von Haupt- und Nebengruppenverbindungen verwenden. - Eigenständig die Synthese und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen planen.
Inhalt	Die Veranstaltung ist wie folgt gegliedert: 1. Semesterhälfte: Hauptgruppen 2 SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung 1 SWS Vorlesung Technische Verfahren und Anwendungen 2. Semesterhälfte: Nebengruppen 2 SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung 1 SWS Vorlesung Technische Verfahren und Anwendungen Gliederung: 1. Klassifizierung Haupt- und Nebengruppenchemie, Trends im Periodensystem 2. Bindungskonzepte (Valence Bond, VSEPR, MO u. a.) 3. Weitere Konzepte (Symmetrie, Struktur, Elektronegativitäten, Oxidationszahlen u. a.) 4. Schreibweisen und Nomenklatur Hauptgruppenverbindungen 5. Vorkommen, Gewinnung der Elemente und einiger Verbindungen 6. Wichtigste Verbindungsklassen (Oxide, Halogenide, Wasserstoffverbindungen, Säuren, Basen u. a.) 7. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen 8. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele 9. Bindungskonzepte in der Nebengruppenchemie 10. Koordinationszahlen und -geometrien 11. Nomenklatur Nebengruppenverbindungen

	12. Weitere Konzepte (Symmetrie, Struktur, Zähnigkeit, Chelateffekt, Redoxverhalten u. a.) 13. Vorkommen, Gewinnung der Elemente und einiger Verbindungen 14. Wichtigste Klassen von Koordinationsverbindungen 15. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen 16. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele Technische Verfahren und Anwendungen der: 1. Hauptgruppenlemente (z.B. Darstellung Schwefelsäure, Salpetersäure, Schmelzflusselektrolyse, Fluor, Silizium, u. a.) 2. Nebengruppenlemente (z.B. Erze, Mineralien, Hochofen, galvanische Verfahren u. a.)
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen
Literatur	1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie", DeGruyter 2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie", DeGruyter 3. R. Steudel, "Chemie der Nichtmetalle", DeGruyter 4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding", University Science Books 5. M. Binnewies, "Allgemeine und Anorganische Chemie", Springer Spektrum 6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität", DeGruyter 7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie", Thieme 8. Lutz H. Gade „Koordinationschemie", Wiley VCH

Modulbezeichnung		**Anorganisch-Chemisches Praktikum 2**		
Kürzel		MAC2P		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Anorganisch-Chemisches Praktikum 2	P	6	7	105 h	75 h
2	Seminar zu Anorg.-Chem. Praktikum 2	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**9**	**135 h**	**135 h**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozenten	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.)
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Testierte Praktikumsleistung. Zum erfolgreichen Abschluss des Moduls ist erforderlich: 1. Erfolgreiche Teilnahme an schriftlichen und/oder mündlichen Antestaten zu den Analyseblöcken. 2. Sinnvolle Bearbeitung aller Versuche/Präparate inklusive testierter Betriebsanweisungen und Protokolle. Die Versuche müssen unter Aufsicht und Anleitung während der Öffnungszeit im Praktikumssaal durchgeführt werden. 3. Erreichen der im Praktikumsskript angegebenen Mindestpunktzahl für die Analysen und Präparate. Anmerkung: Die erfolgreiche Teilnahme am schriftlichen oder mündlichen Antestat ist Voraussetzung für die Durchführung der Versuche des jeweiligen Analysenblocks. Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Diese gilt insbesondere auch für die aktenkundige Sicherheitsbelehrung, sowie die Praktikumsplatzübernahme und -abgabe gemäß

	Praktikumsordnung. Aus organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. R. nach dem letzten Praktikumstermin. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden eignen sich grundlegenden Kenntnissen der qualitativen Analyse und charakteristischer Reaktionen an und können diese sicher anwenden. Die Studierenden beherrschen nach Beendigung des Praktikums die grundlegenden Labortechniken der Anorganischen und Analytischen Chemie und sind in der Lage, einfache chemische Reaktionen selbstständig durchzuführen und für sie unbekannte Stoffgemische chemisch-analytisch auf ihren Inhalt zu untersuchen. .
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - geeignete chemisch-analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, Experimente unter Beachtung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften zu planen, durchzuführen, auszuwerten und schriftlich zu dokumentieren. - erworbenes theoretisches Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen. - verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung zu experimentieren. Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit weiterentwickelt im Team zu arbeiten. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Kenntnisse und Fertigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.
Inhalt:	<u>Anorganisch-Chemisches Praktikum 2:</u> 1. Qualitative nasschemische Analyse (Kationen- und Anionentrennungsgang) nach Jander Blasius 2. Charakteristische chemische Reaktionen der Übergangsmetalle und Hauptgruppenelemente: - Fällungsreaktionen - Redoxreaktionen - Komplexbildung und -zerfall - Aufschlüsse schwerlöslicher Verbindungen, 3. Trennungsgang, Einzelnachweise, 4. Fachsprache der Chemie, Nomenklatur und Protokollführung

	<u>Seminar zu Anorganisch-Chemisches Praktikum 2</u> 1. Sicherheitsbelehrung 2. Theorie zu Praktikumsversuchen 3. Übungen zum Praktikum.
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend) Tafelbilder, Folien, Arbeitsmaterialien, Praktikumsskript

Modulbezeichnung		**Anorganische Chemie 3**		
Kürzel		MACc		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Anorganische Chemie 3	V	4	3	45 h	80 h
2	Übung zu Anorganische Chemie 3	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**5**	**4**	**60 h**	**95 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Guido Clever
Dozent(in)	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Physik für Chemiestudierende 1 und 2 (MPa und MPb), Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2 (MMa und MMb), Physikalische Chemie 1 und 2 (MPCa), Organische Chemie 1 und 2, Allgemeine und Anorganische Chemie 1 und Anorganische Chemie 2 (MACa und MACb), Anorganisch-Chemische Praktika 1 und 2 (MAC1P und MAC2P)
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernnziele	Die Studierenden erwerben erweiterte Kenntnisse der anorganischen Stoffchemie der Elemente und Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen und bekommen Einblicke auf fortgeschrittenem Niveau zu Substanzklassen, Anwendungen und Analysemethoden. Die Studierenden können das erworbene Wissen zur eigenständigen Planung von Synthesen und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - fortgeschrittene Konzepte und Wissen zu Struktur, Bindungsverhältnissen, physikalischen Eigenschaften

	(z.B. Magnetismus) und Reaktivität von Verbindungen der Haupt- und Nebengruppen wiedergeben. - die vermittelten Konzepte verallgemeinern, bei neuen Problemstellungen nutzen und die erhaltenen Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch vergleichen. Die Studierenden haben ein erweitertes Wissen zu Eigenschaften, Anwendungen und Analyse anorganischen Verbindungen, sowie spezieller Verbindungsklassen und physikalischer Phänomene. - eigenständig Synthesen und analytischer Charakterisierungen von Haupt- und Nebengruppenverbindungen planen. - Eigenschaften, Strukturen und Reaktivität von Haupt- und Nebengruppen-verbindungen vergleichend diskutieren.
Inhalt	Die Veranstaltung ist wie folgt gegliedert: 1. Semesterhälfte: Hauptgruppen 2 SWS Vorlesung Fortgeschrittene Stoffchemie + Übung 1 SWS Vorlesung Spezielle Verbindungen und Eigenschaften 2. Semesterhälfte: Nebengruppen 2 SWS Vorlesung Fortgeschrittene Stoffchemie + Übung 1 SWS Vorlesung Spezielle Verbindungen und Eigenschaften Gliederung: 1. Wiederholung: Klassifizierung Haupt- und Nebengruppenchemie, Trends im Periodensystem 2. Fortgeschrittene Bindungskonzepte 3. Weitere Konzepte (Relativistik, Isolobalkonzept, Hypervalenz u. a.) 4. Synthesen und Reaktivitäten wichtiger Verbindungen 5. Spezielle Verbindungsklassen und Beispiele (Cluster, Borane, Zintl Phasen u. a.) 6. Wiederholung: Bindungskonzepte in der Nebengruppenchemie 7. Erweiterte Bindungsmodelle 8. Fortgeschrittene Systeme der Koordinationschemie (mehrkernige Komplexe, einfache metallorganische Verbindungen, Metall-Metallbindungen u. a.) 9. Weitere Konzepte (Chiralität, makrozyklischer Effekt, photophysikalische Eigenschaften u. a.) 10. Seltenerd-Verbindungen

	11. Magnetismus 12. Einblick in die Supramolekulare Chemie und Bioanorganische Chemie
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen
Literatur	1. E. Riedel, C. Janiak, „Anorganische Chemie", DeGruyter 2. A. F. Hollemann, E. Wiberg, „Lehrbuch der Anorganischen Chemie", DeGruyter 3. R. Steudel, "Chemie der Nichtmetalle", DeGruyter 4. R. L. DeKock, H. B. Gray, „Chemical Structure and Bonding", University Science Books 5. M. Binnewies, "Allgemeine und Anorganische Chemie", Springer Spektrum 6. J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität", DeGruyter 7. C. Mortimer, U. Müller, „Chemie: Das Basiswissen der Chemie", Thieme 8. Lutz H. Gade „Koordinationschemie", Wiley VCH

Modulbezeichnung		**Organische Chemie 1**		
Kürzel		MOCa		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Grundvorlesung Organische Chemie, Teil 1	V	4	3	45 h	75 h
2		Ü	1	1	15 h	15 h
Summe			5	4	60 h	90 h

Modulverantwortliche	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Dozenten	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien- /Prüfungsleistung	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MOCa sind die Studierenden in der Lage, die vermittelten Konzepte der Organischen Chemie zu verallgemeinern und geeignete Strategien zur Lösung einfacher Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der organischen Struktur- und Synthesechemie zu entwickeln.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - Organische Moleküle fachsprachlich korrekt benennen und in unterschiedliche Verbindungsklassen einordnen. - den Aufbau organischer Moleküle verstehen. Sie kennen unterschiedliche Konzepte der Bindung in organischen Molekülen und können mit diesem Wissen die räumliche Struktur von Molekülen vorhersagen.

	- unterschiedliche stereochemische Konzepte verstehen. Sie sind in der Lage den relativen Energieinhalt verschiedener Konformationen zu prognostizieren. - verschiedene Verbindungen bezüglich ihrer Stabilität zu vergleichen. - einzelne Reaktionstypen der Organischen Chemie zu unterscheiden. Sie können ihr Wissen zur Vorhersage und Planung einfacher Reaktionen nutzen. - den Verlauf chemischer Reaktionen in Form eines Reaktionsmechanismus bzw. Energiediagramms diskutieren. - anhand von Energiediagrammen die Konzepte der Stabilität (z.B. von Intermediaten), kinetischer und thermodynamischer Kontrolle sowie Selektivität diskutieren und zur Problemlösung anwenden.
Inhalt	1. Struktur und Bindung am Beispiel des Kohlenstoffs, Hybridisierung 2. Alkane: Eigenschaften, Nomenklatur, Konformationsanalyse, Radikalische Halogenierung, Potentialenergiediagramme, Frühe/Späte Übergangszustände, Reaktivität vs. Selektivität, Stabilität von Radikalen, Hyperkonjugation 3. Cycloalkane: Struktur, Nomenklatur, Spannungsphänomene, Konformationsanalyse, A-Werte 4. Stereochemie: Isomerie, Chiralität, R/S-Nomenklatur, CIP-Regeln, Verbindungen mit zwei Chiralitätszentren, Fischer-Projektion, meso-Verbindungen 5. Halogenalkane: Eigenschaften, Nomenklatur, Nucleophile Substitution: S_N1 vs. S_N2 (Reaktivität, Stereochemie, Substituenteneffekte), Eliminierung: E1 vs. E2 (Reaktivität, Stereochemie, Substituenteneffekte), Organometallverbindungen 6. Alkohole: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität/Basizität, Nucleophile Substitution, Oxidation, Darstellung 7. Ether: Eigenschaften, Nomenklatur, Darstellung,

	Cyclische Ether 8. Amine: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität/Basizität, Darstellung, Gabriel-Synthese 9. Alkene: Eigenschaften, Nomenklatur, E/Z-Isomerie, Stabilität, Elektrophile Addition (Beispiele, Markownikow-Regel, Stereoselektivität), Hydroborierung, Dihydroxylierung, Ozonolyse, Radikalische Addition, NBS-Bromierung, Darstellung (Eliminierung, Hofmann- vs. Saytzev-Produkt, Wittig-Reaktion) 10. Diene: Eigenschaften, Nomenklatur, Konjugation, Diels-Alder-Reaktion, 1,2- vs. 1,4-Addition, Allylresonanz, Kinetische vs. Thermodynamische Kontrolle 11. Alkine: Eigenschaften, Nomenklatur, Stabilität, Darstellung, Acidität, Reaktionen von Acetylidionen, Reduktion, Hydroborierung 12. Aromatische Verbindungen: Eigenschaften, Nomenklatur, Stabilität, Aromatizität, Hückel-Regel, Elektrophile aromatische Substitution (Energieprofil, Beispiele, Reaktivität und Regioselektivität der Zweitsubstitution, Induktiver/Mesomerer Substituenteneffekt), Nucleophile aromatische Substitution (Additions-Eliminierungs-Mechanismus, Meisenheimer-Komplexe, Sanger-Reagenz, Eliminierungs-Additions-Mechanismus, Arine), Aryldiazoniumsalze (Darstellung, Reaktionen) 13. Aldehyde und Ketone: Eigenschaften, Nomenklatur, Darstellung, Hydratbildung, Acetalisierung, Addition von Stickstoffnucleophilen, Addition von Kohlenstoffnucleophilen, Wittig-Reaktion, Reduktion, Reduktive Kupplung, Reaktionen α,β-ungesättigter Carbonylverbindungen 14. Carbonsäuren und Carbonsäurederivate: Eigenschaften, Nomenklatur, Acidität, Säurekatalysierte Veresterung, Basische

	Esterhydrolyse, Relative Reaktivität, Synthese und Reaktionen von Carbonsäurederivaten und Nitrilen
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		**Organische Chemie 2:** Einführung in die Synthesewissenschaft		
Kürzel		MOCb		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in die Synthesewissenschaft	V	4	3	45 h	75 h
2		Ü	1	1	15 h	15 h
Summe			5	4	60 h	90 h

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	MOCa
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Aufbauend auf den Inhalten des Moduls MOCa erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organisch-chemischer Stoffklassen und über Aspekte der Reaktionsmechanistik. Dieses Vorgehen dient zum Aufbau einer Grundkompetenz zur Lösung synthesewissenschaftlicher Fragestellungen, also zum Vorhersagen, Erklären und Planen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen. - Stabilität und Reaktivität funktioneller Gruppen vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten. - synthesewissenschaftliche Fragestellungen unter Berücksichtigung reaktionsmechanistischer und stereochemischer Aspekte selbstständig zu bearbeiten.

	- organisch-chemische Sachverhalte in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln. - einfache Synthesen selbstständig zu planen.
Inhalt	1. Wasserstoffatomsubstitution in Allyl- und Benzylposition: Kohlenstoffradikale 2. Nukleophile Substitution am sp^3-Kohlenstoffatom 3. Eliminierung zur C/C-Doppelbindung 4. Additionen an C/C-Mehrfachbindungen 5. Substitution am Aromaten 6. Substitution am Aromaten 7. Reduktion von Carbonylverbindungen 8. Oxidation am Kohlenstoffatom 9. nukleophile Substitution am Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide 10. Kondensationen mit Aldehyden und Ketonen: Acetale, Imine, Enamine, Oxime, Hydrazone 11. Enole; Mannich-Reaktion; Enolate 12. Enolate; Aldolreaktion 13. Claisen-, Dieckmann- und Knoevenagel-Kondensation 14. Enolate: Michael-Addition und Alkylierung; metallorganische Verbindungen 15. Magnesiumorganyle 16. Lithiumorganyle 17. Phosphororganyle: Wittig-Reaktion 18. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Heck-Reaktion 19. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Kreuzkupplungen 20. Ruthenium-katalysierte Bindungsbildung: Ringschlussolefinmetathese 21. Organokatalyse 22. Einführung in die statische Stereochemie 23. Einführung in die dynamische Stereochemie 24. Synthese und Selektivität; stereodifferenzierende Synthese 25. Methoden der asymmetrischen Synthese 26. Methoden der asymmetrischen Synthese 27. Perizyklische Reaktionen 28. Perizyklische Reaktionen (eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten) Die Vorlesung begleitet, unterstützt und vertieft die fachwissenschaftlichen Inhalte des Moduls MOC1P.
Medienformen	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		**Organisch Chemisches Praktikum:** Synthesewissenschaftliches Grundpraktikum in der Organischen Chemie		
Kürzel		MOC1P		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 11	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Synthesewissenschaftliches Grundpraktikum in der Organischen Chemie	P	9	10	150 h	120 h
2		S	2	2	30 h	30 h
Summe			11	12	180 h	150 h

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozentinnen und Dozenten	Dr. D. Tymann, Dr. L. Iovkova, Dr. A. Behler und Assistenten/innen aus dem Lehrbereich Organische Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreicher Abschluss von MAC1P und MOCa
Empfehlungen	Teilnahme am parallel stattfindenden Modul MOCb
Verpflichtungen	Teilnahme an der aktenkundigen Sicherheitsbelehrung. Praktikumsplatzübernahme gemäß Praktikumsordnung. Praktikumsplatzabgabe gemäß Praktikumsordnung.
Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Testierte Praktikumsleistung. Zum erfolgreichen Abschluss des Moduls ist erforderlich: 1. Erfolgreiche Teilnahme an einem schriftlichen Antestat zu jedem synthesewissenschaftlichen Versuch. 2. Erfolgreiche Durchführung synthesewissenschaftlicher Versuche, bestehend aus Versuchsvorbereitung, Versuchsaufbau, Versuchsdurchführung, Produktisolierung, Produktcharakterisierung, Produktabgabe, Protokoll. Die synthesewissenschaftlichen Versuche müssen unter Aufsicht und Anleitung während der Öffnungszeit im Praktikumssaal durchgeführt werden. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z. B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können 10% des Praktikums (max. vier Versuchstage) durch Wiederholung ausgeglichen werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden.

	Anmerkung: Die erfolgreiche Teilnahme am schriftlichen Antestat ist Voraussetzung für die Durchführung des assoziierten synthesewissenschaftlichen Versuchs. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Aufbauend auf den Inhalten des Moduls MOCa erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organisch-chemischer Stoffklassen und über Aspekte der Reaktionsmechanistik. Die Modulteilnehmenden werden zudem umfangreiche handwerkliche Grundkenntnisse erlernen, um synthesewissenschaftliche Experimente selbstständig planen, durchführen und dokumentieren zu können.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage, - Modelle und Konzepte zur Reaktivitätsvorhersage organisch-chemischer Stoffklassen zu unterscheiden, abzuwägen und zu reflektieren. - funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen sowie ihre Stabilität und Reaktivität vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten. - synthesewissenschaftliche Fragestellungen aus dem Blickwinkel der Reaktionsmechanistik, der Stereochemie und der physikalisch-organischen Chemie zu bearbeiten. - synthesewissenschaftliche Versuch zu planen, durchzuführen und nachvollziehbar zu dokumentieren, auch unter Berücksichtigung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der TU Dortmund. - organisch-chemische Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln. - mit Chemikalien im Sinne der Gefahrstoffverordnung umzugehen. - Geräte und Installationen sicher und sachgemäß zu betreiben. - den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen. - laborgemeinschaftlich zu arbeiten.
Inhalt	1. Grundoperationen 2. Wasserstoffatomsubstitution in Benzylposition: Radikalische Halogenierung 3. Nukleophile Substitution am sp^3-Kohlenstoffatom 4. Additionen an C/C-Doppelbindungen 5. Eliminierungen zu C/C-Mehrfachbindungen 6. Substitution am Aromaten 7. Reduktion von Carbonylverbindungen 8. Oxidation zu Carbonylverbindungen

	9. nukleophile Substitution am Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide 10. Kondensationen mit Ketonen: Ketale, Enamine, Ketoxime 11. Enole: Mannich-Reaktion 12. Enolate: Aldol-Reaktion 13. Knoevenagel- und Knoevenagel–Doebner-Kondensation 14. Enolatalkylierung 15. Magnesiumorganyle: Grignard-Reaktion
Medienformen	Tafel
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		**Organische Chemie 3:** Methoden und Mechanismen		
Kürzel		MOCc		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Methoden und Mechanismen	V	3	2	30 h	60 h
2		Ü	1	1	15 h	15 h
Summe			4	3	45 h	75 h

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Dozent	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss von MOCa, MOCb und MOC1P
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Methoden der organischen Synthesechemie, insbesondere über Struktur–Reaktivitäts-Eigenschaften wichtiger funktioneller Gruppen anhand Zielmolekül-orientierter Synthesen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - synthesechemische Fragestellungen unter Berücksichtigung reaktionsmechanistischer und stereochemischer Aspekte selbstständig zu bearbeiten. - organisch-chemische Sachverhalte fachsprachlich korrekt darzustellen und zu vermitteln - Synthesen und Retrosynthesen selbstständig zu planen.

Inhalt	Anhand von Fallbeispielen (z.B. Naturstoffe, Wirkstoffe, Materialien, ungewöhnliche Moleküle) werden klassische und moderne Synthesemethoden für die organische Synthese erläutert. Hierzu zählen: 1. Stereoselektive Synthese: Aldolreaktionen (Zimmermann-Traxler, Bor-Enolate, relative und absolute Konfiguration), chirale Auxiliare (z.B. Evans Auxiliare, Enders SAMP/RAMP, Taddole) 2. Organokatalyse (Enamin/Iminium-Katalyse) 3. Organometallreagenzien (Addition von Allylmetallverbindungen, 1,4-Additionen) 4. E/Z selektive Olefinierungsmethoden (Wittig, HWE, Peterson, Tebbe etc.) 5. Asymmetrische Katalyse (Sharpless-Epoxidierung, Sharpless-Dihydroxylierung, Kinetische Racematspaltung) 6. Schutzgruppenstrategien 7. Radikalische Transformationen (Baldwin-Regeln, Barton-McCombie-Desoxygenierung) 8. Umlagerungsreaktionen 9. Carbene als transiente und stabile Intermediate 10. Einführung in die Syntheseplanung, Synthone, Retrosynthese 11. Einführung in Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenmetathese, asymmetrische Hydrierungen etc.) 12. Organische Redoxsysteme Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		**Physikalische Chemie 1 und 2**		
Kürzel		MPCa		
Turnus jährlich	**Dauer** 2 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalische Chemie 1	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Physikalische Chemie 1	Ü	1	1	15 h	15 h
3	Physikalische Chemie 2	V	4	3	45 h	75 h
4	Übungen zu Physikalische Chemie 2	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**9**	**7**	**105 h**	**165 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. im Modul MMa (Mathematik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Voraussetzungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden.
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Fachstudienberatung. Modulabschlussprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der chemischen Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen. Die Studierenden lernen in dem Modul außerdem moderne Verfahren und Apparaturen

	kennen, welche ihnen ermöglichen, chemische Prozesse quantitativ zu beschreiben.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - ihre Kenntnisse der Grundlagen der physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsweise sicher in Theorie und Praxis einzusetzen. - vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Planung, Steuerung, Durchführung und Auswertung von chemischen Reaktionen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden. - erworbenes theoretische Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen. - grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen. - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.
Inhalt	**1. Thermodynamik**: - ideale und reale Gase - kinetische Gastheorie - Flüssigkeiten und Festkörper - Hauptsätze der Thermodynamik - Mischungen und kolligative Eigenschaften - chemische Gleichgewichte - Phasendiagramme - Grenzflächenerscheinungen **2. Chemische Kinetik:** - formale Reaktionskinetik - Geschwindigkeitsgesetze - Theorien der Elementarreaktionen - Reaktionen in Lösung **3. Transportphänomene:** - Diffusion - Viskosität **4. Elektrochemie**: - Ionentransport in Elektrolytlösungen - Aktivitätskoeffizienten - elektrochemische Thermodynamik - elektrochemische Zellen
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme. Vorlesungsunterlagen als PDF.
Literatur	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010.

	P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		**Physikalisch-Chemisches Praktikum 1**		
Kürzel		MPC1P		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 6	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-Zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalisch-chemisches Praktikum 1	P	5	5	75 h	75 h
2	Seminar zum Praktikum 1	S	1	1	15 h	15 h
	Summe		**6**	**6**	**90 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreicher Abschluss des Moduls MAC1P.
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. in den Modulen MMa und MMb (Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Mündliche und schriftliche Antestate, testierte Praktikumsleistung. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Testate über Praktikumsversuche und Protokolle. Für das Physikalisch-chemische Praktikum 1 besteht Anwesenheitspflicht, da das Lernziel nur durch das Arbeiten an den dort vorhandenen Apparaturen und experimentellen Einrichtungen erreicht werden kann. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können maximal 2 Versuche wiederholt werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden.

Lernziele	Im Praktikum MPC1P erlernen die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Arbeitstechniken und können den Stoff der Vorlesungen Physikalische Chemie 1 und 2 in der experimentellen Praxis erfolgreich umsetzen. Die Studierenden lernen außerdem moderne Verfahren und Apparaturen kennen, die zur quantitativen Beschreibung chemischer Prozesse dienen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls MPC1P können die Studierenden - vermittelte Grundlagen der physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsweise, welche bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion benötigt werden, sicher praktisch anwenden. - theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen nutzen. - Problemstellungen in experimentelle Apparaturen umsetzen. - grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen. - den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend planen. - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren. Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, sich im Team abzustimmen, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.
Inhalt	**Praktikum:** **1. Gase und Transportphänomene**: - Ideale und reale Gase - Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten - Ionenleitfähigkeiten - Überführungszahlen **2. Chemische Kinetik:** - Methode der Anfangsgeschwindigkeiten - Integrationsmethode - Arrhenius-Gesetz **Seminar zum Praktikum:** - Sicherheitsbelehrung - Arbeiten im Labor

	- Fehlerrechnung - Einführung in Excel und Origin - Grundlagen der Praktikumsversuche
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme, Versuchsanleitungen und Begleitmaterialien als PDF.
Literatur	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010. P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012. W. Gottwald, W. Puff, A. Stieglitz, Physikalisch-chemisches Praktikum, 3. Auflage, Wiley-VCH, 1997. Praktikumsskripte.

Modulbezeichnung		**Physikalische Chemie 3**		
Kürzel		MPCb		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 5	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-Zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalische Chemie 3	V	4	3	45 h	75 h
2	Übungen zu Physikalische Chemie 3	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**5**	**4**	**60**	**90**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. in den Modulen MMa und MMb (Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenmechanik, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Spektroskopie und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenmechanik, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Spektroskopie sowohl theoretisch als auch hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung sicher zu beherrschen,

	- vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden, - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen, - grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen, - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.
Inhalt	**1. Quantenmechanik** - Grundlegende Phänomene und Prinzipien - Schrödinger-Gleichung - Teilchen im Kasten - starrer Rotator - harmonischer Oszillator **2. Atom- und Molekülaufbau** - Wasserstoffatom - Elektronenspin - Mehrelektronenatome - HF-SCF-Methode - Aufbau des Periodensystems - Wasserstoffmolekül-Ion - LCAO-Methode - Hückel-MO-Methode **3. Grundlagen der Spektroskopie** - allgemeine Prinzipien (u.a. Dipolmoment, Polarisierbarkeit, Besetzungszahlen) - UV/Vis-Spektroskopie - Lambert-Beer'sches Gesetz - Schwingungsspektroskopie - Schwingungsstruktur der Elektronenübergänge
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme, Vorlesungsunterlagen als PDF.
Literatur	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010. P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		**Physikalisch-Chemisches Praktikum 2**		
Kürzel		MPC2P		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 7	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-Zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalisch-chemisches Praktikum 2	P	7	7	105 h	105 h
	Summe		**7**	**7**	**105 h**	**105 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. C. Czeslik, Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreicher Abschluss des Moduls MAC1P.
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. in den Modulen MMa und MMb (Mathematik für Chemiestudierende 1 und 2) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z. B. im Modul MPa (Physik für Chemiestudierende 1) behandelt werden. Einer Teilnahme am Physikalisch-Chemischen Praktikum 2 sollte eine erfolgreiche Teilnahme am Praktikum 1 voraus gehen.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Mündliche und schriftliche Antestate sowie Testate über Praktikumsversuche und Protokolle. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Für das Physikalisch-chemische Praktikum 2 besteht Anwesenheitspflicht, da das Lernziel nur durch das Arbeiten an den dort vorhandenen Apparaturen und experimentellen Einrichtungen erreicht werden kann. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können maximal 2 Versuche wiederholt werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden.
Lernnziele	Im Praktikum MPC2P erlernen die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Arbeitstechniken und

	können den Stoff der Vorlesungen Physikalische Chemie 1 bis 3 in der experimentellen Praxis erfolgreich umsetzen. Die Studierenden lernen außerdem moderne Verfahren und Apparaturen kennen, die zur quantitativen Beschreibung chemischer Prozesse dienen, und können diese einsetzen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls MPC2P können die Studierenden - vermittelte Grundlagen der physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsweise, welche bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion benötigt werden, sicher praktisch anwenden. - theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen nutzen. - Problemstellungen in experimentelle Apparaturen umsetzen. - grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen. - den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend planen. - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren. Durch die Zusammenarbeit im Labor haben die Studierenden die Fähigkeit erworben, sich im Team abzustimmen, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. Sie haben zudem gelernt, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und weiterzuentwickeln.
Inhalt	**1. Thermodynamik**: - Kalorimetrie - Dampfdruck von Flüssigkeiten - Wärmekapazitäten von Gasen und Feststoffen - Zustandsfunktionen **2. Grenzflächen und Kolloide**: - Adsorptionsisothermen - Grenzflächenspannung - Mizellbildung - Polymermassen **3. Elektrochemie**: - Überführungszahlen - EMK **4. Struktur der Materie:** - Elektronen-Schwingungsspektroskopie - Molekulare Potenzialfunktionen
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme.

Literatur	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010. P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012. W. Gottwald, W. Puff, A. Stieglitz, Physikalisch-chemisches Praktikum, 3. Auflage, Wiley-VCH, 1997. Praktikumsskripte.

Modulbezeichnung		**Physikalische Chemie 4**		
Kürzel		MPCc		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Physikalische Chemie 4	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Physikalische Chemie 4	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben im Modul MPCc ausgewählte Kenntnisse auf dem Gebiet der fortgeschrittenen Spektroskopie sowie grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der statistischen Thermodynamik. Sie sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der fortgeschrittenen Spektroskopie und der statistischen Thermodynamik sowohl theoretisch als auch in der praktischen Anwendung sicher zu beherrschen, - vermittelte theoretische Kenntnisse bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen, - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu verwenden,

	- grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen, - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.
Inhalt	**1. Fortgeschrittene Spektroskopie** - Rotationsspektroskopie - Rotations-Vibrations-Spektroskopie - Raman-Spektroskopie - Termsymbole - Fluoreszenz-Spektroskopie - NMR-Spektroskopie - ESR-Spektroskopie **2. Grundlagen der statistischen Thermodynamik** - Ensembletheorie - Boltzmannverteilung - Zustandssummen - Zusammenhang mit thermodynamischen Größen - Gleichverteilungssatz - ausgewählte Anwendungen, z.B. Berechnung von chemischen Gleichgewichtskonstanten, Geschwindigkeitskonstanten (Eyring) oder Virialkoeffizienten realer Gase
Medienformen	Tafel, Beamer (Power-Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF
Literatur	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010. P. W. Atkins, J. de Paula, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		**Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)**		
Kürzel		MMAO		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)	V	2	2	30 h	30 h
2	Übung zu Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)	Ü	2	2	30 h	30 h
		Summe	**4**	**4**	**60 h**	**60 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Henke
Dozent(in)	Prof. Dr. S. Henke (AC), Dr. B. Grabe (OC)
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an den Vorlesungen der Mathematik und Physik sowie solide Grundkenntnisse in Anorganischer und Organischer Chemie.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im ersten Teil des Moduls erwerben Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Strukturaufklärung in Lösung mittels moderner NMR-spektroskopischer Methoden. Im zweiten Teil des Moduls MMAO erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse über den Aufbau und die Symmetrie von kristallinen Festkörpern und grundlegendes Verständnis der Strukturbestimmung und den Eigenschaften von Festkörpern.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- den grundlegenden apparativen Aufbau der Analysengeräte zu beschreiben und die Bedeutung messtechnischer Schlüsselelemente zu erläutern. - die Methodik der Verarbeitung von gewonnen Rohdaten anzuwenden. - die erhaltenen Analysenergebnisse im Festkörper und in Lösung für eine Substanz zu kombinieren und Rückschlüsse auf strukturelle Eigenarten zu ziehen. Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden bezüglich <u>der Strukturaufklärung im Festkörper</u> in der Lage, - Röntgen-und Neutronenpulverdiagramme zu indizieren. - Zellparameter kristalliner Festkörper aus Beugungsdiagrammen zu ermitteln. - Symmetrie von Kristallen aus Beugungsbildern zu erkennen. - Bindungsabstände in Kristallen und die Intensitäten für Röntgen- und Neuronenbeugungsdiagramme zu berechnen. Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden bezüglich <u>der Strukturaufklärung in Lösung</u> in der Lage, - Kenntnis über die grundlegenden Parameter der NMR-Spektroskopie (chem. Verschiebung, Intensitäten, Kopplungskonstanten, Relaxationszeiten) zu haben und ihre Bedeutung bezüglich der strukturellen Eigenschaften der untersuchten Substanz zu erläutern. - aus gegebenen NMR-Spektren – ggf. unter Kombination weiterer Methoden (MS, Elementaranalyse) – sinnvolle Strukturvorschläge für die untersuchte Substanz zu machen. - aus einer gegebenen Strukturformel die entsprechenden NMR-Spektren abzuleiten. - fortgeschrittene Methoden der modernen NMR-Analytik zu kennen und gemäß der Problemstellung auswählen zu können. Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden - ihr erworbenes theoretisches Wissen zur selbstständigen Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen verwenden. - verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit Röntgenstrahlung handeln. - analytischen Methoden für die Lösung chemischer Fragestellungen, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren, nutzen.
Inhalt:	**Strukturaufklärung im Festkörper:**

	Grundlagen der Röntgenbeugung an Pulvern und Einkristallen 1. Erzeugung und Eigenschaften von Röntgenstrahlen - Aufbau einer Röntgenröhre - Filterung von Röntgenstrahlung durch Absorption - Monochromatisierung von Röntgenstrahlung durch Beugung an Monochromatoren 2. Kristallographische Grundbegriffe - Translative Symmetrieeigenschaften kristalliner Festkörper und Unterschiede zwischen amorphen Stoffen / Gläsern und Kristallen - Die Elementarzelle, Zellparameter, allgemeine und spezielle Punktlagen - Die sieben Kristallsysteme - Mögliche Punktsymmetrieelemente kristalliner Festkörper: Die 32 Kristallklassen - Translative Symmetrieelemente kristalliner Festkörper: Die 14 Bravaisgitter - Kristallographische Symmetrieelemente mit Translations- und Punktsymmetrie: Gleitspiegelebenen und Schraubenachsen - Alle Kombinationen aus Translationssymmetrie und erlaubter Punktsymmetrie: Die 230 kristallographischen Raumgruppen - Richtungsindizes und Flächenindizes (Millersche Indizes) 3. Beugungsbilder von Einkristallen und kristallinen Pulvern: Struktur- bzw. symmetrieabhängige Modulationen durch konstruktive bzw. destruktive Interferenz, Symmetrieinformationen - Die Lage (Beugungswinkel) der Reflexe: Die Bragg-Gleichung - Indizierung von Pulveraufnahmen und Berechnung von Zellparametern - Intensitäten der Reflexe, Strukturamplituden und Streufaktoren 4. Übungen und Demonstrationen mit zeitgemäßen Softwarelösungen der Kristallographie 5. Optimierung (Entwicklung) der Diffraktionstechnik (Auflösung und Intensität) - Einkristall- und Pulverdiffraktometer - Möglichkeiten zur Verbesserung der Primärstrahlintensität - Detektion von Röntgenstrahlung 6. Gang einer Einkristallstrukturanalyse (Berechnungen mit den Programmen Olex2 und Shelx)

	Grundlagen der Neutronenstreuung 1. Erzeugung von Neutronen - Durch Kernzerfall (Reaktor) - Durch Spallation 2. Eigenschaften des Neutrons - Neutronen-Streufaktoren - Elastische und inelastische Streuung von Neutronen 3. Anwendungsbeispiele der Neutronenbeugung - Untersuchung von Dynamik und Wasserstoffbrückenbindungen im Festkörper - Untersuchung von Magnetstrukturen **Strukturaufklärung in Lösung** 1. Allgemein - Grundlagen der NMR-Spektroskopie - ^{1}H- und ^{13}C-NMR, ein- und zweidimensionale NMR-Verfahren - chemische Verschiebung - Integration, Kernspinkopplung - NMR und Strukturaufklärung 2. NMR-Spektroskopie - Grundlagen der NMR (stationäres Magnetfeld, hochfrequentes Magnetfeld, Kernspin, Dipolmoment, Energie, Resonanzbedingung, Signal der freien Induktion) - Vektormodell - Chemische Verschiebung - Signalintensität - Direkte und indirekte Kopplung 3. ^{1}H-NMR: - allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen - Lösungsmittel - Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde, Amine, Säuren, etc. - Berechnung von chem. Verschiebungen mittels Additivitätsregeln (Alkane, Alkene, Aromaten) - Skalare Kopplungskonstanten für Alkane, Alkene, Aromaten und deren Derivate - Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten

	- Doppelresonanzverfahren: Kern-Over-Hauser-Effekt (NOE), Homo- und Heteronukleare Kopplungen zu Protonen 4. ^{13}C-NMR: - allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen - Lösungsmittel - Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde, Amine, Säuren, etc. - Berechnung von chem. Verschiebungen mittels Additivitätsregeln (Alkane, Alkene, Aromaten) - Skalare Kopplungskonstanten für Alkane, Alkene, Aromaten und deren Derivate - Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten - Qualitative und quantitative ^{13}C-Messungen - APT, DEPT, INEPT zur Identifizierung von Kohlenstoff-Multiplizitäten - INADEQUATE zur Identifizierung von Kohlenstoffgerüsten - Zweidimensionale NMR: Grundlagen (Absolutwert- und phasenempfindliche Verfahren, homonukleare und heteronukleare Techniken) - COSY, HSQC, HMBC, NOESY, TOCSY zur umfangreichen und eineindeutigen Strukturzuordnung - Selektive Anregung als Vergleich zur zweidimensionalen NMR
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien, Kristallstrukturmodelle. Führung durch das NMR-Labor.
Literatur	Strukturbestimmung im Festkörper: - Werner Massa, Kristallstrukturanalyse, Springer-Spektrum, 2015 - Frank Hoffmann, Faszinaiton Kristalle und Symmetrie, Spinger-Spektrum, 2016 - Ulrich Müller, Anorganische Strukturchemie, Vieweg+Teubner, 2008 Strukturbestimmung in Lösung: - Horst Friebolin, Ein- und Zweidimensionale NMR-Spektroskopie, Wiley-VCH, 1998 - T.Claridge, High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry, Pergamon, 1999 - S.Berger, S.Braun, 200 and more NMR Experiments, Wiley-VCH, 2004,

	- Adolf Zschunke, Kernmagnetische Resonanzspektroskopie in der organ. Chemie, Akademie-Verlag, 1971 -

Modulbezeichnung		**Praktikum Synthesen und Methoden (AC/OC)**		
Kürzel		MMAO1P		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 8	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Praktikum Synthesen und Methoden (AC/OC)	P	5	8	120 h	30 h
2		Ü	1	1	15 h	15 h
3		S	2	1	15 h	45 h
Summe			**8**	**10**	**150 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	Dr. A. Behler, Dr. D. Tymann, Dr. L. Iovkova, und Assistenten/innen aus den Lehrbereichen Organische Chemie und Anorganische Chemie, Hochschullehrende der Anorganischen oder Organischen Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Erfolgreicher Abschluss von MAC1P und MOCa
Empfohlene Voraussetzungen	Teilnahme an MMAO Erfolgreicher Abschluss von MOCb und MOC1P
Verpflichtungen	Teilnahme an der aktenkundigen Sicherheitsbelehrung. Praktikumsplatzübernahme gemäß Praktikumsordnung. Praktikumsplatzabgabe gemäß Praktikumsordnung.
Studien-/Prüfungsleistun-gen	Teilleistung 1 Vortrag: Prüfungsvortrag im Vortragsseminar (25 % der Abschlussnote) Es besteht Anwesenheitspflicht in der Seminarveranstaltung, da nur dort das wissenschaftliche Vortragen und der wissenschaftliche Diskurs in einer Publikumsveranstaltung erlernt, geübt und verfeinert werden kann. Diese Qualifikation ist nicht nur unmittelbar wirksam für die Disputation der Bachelorarbeit, sondern auch berufsqualifizierend. Teilleistung 2 Praktikum: Praktikumsleistung besteht aus Antestaten, Versuchsdurchführung und Versuchsprotokollen (75 % der Abschlussnote)

	Für das Praktikum besteht die Pflicht, die o.g. Leistungen im vorgegebenen Zeitraum zu erbringen, da das Lernziel nur durch das Arbeiten an den dort vorhandenen Apparaturen und experimentellen Einrichtungen erreicht werden kann. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z. B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können 10 % des Praktikums (max. drei Versuchstage) durch Wiederholung ausgeglichen werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Die Bewertungskriterien werden mit Bekanntgabe der Seminarvortragsthemen bzw. der Versuchsvorschriften, spätestens mit Beginn des Praktikums veröffentlicht.
Lernziele	Aufbauend auf den Inhalten von MOCa, MOC1P sowie MACa und MAC1P erwerben die Studierenden ein vertieftes Wissen über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organischer und anorganischer Stoffklassen und über die dazugehörige Reaktionsmechanistik und können dieses anwenden. Die Studierenden erlernen die selbstständige Durchführung mehrstufiger synthesewissenschaftliche Projekte.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls MMAO1P sind die Studierenden in der Lage, - ihr im Praktikum erworbenes Wissen über Struktur-Reaktivitäts-Eigenschaftsbeziehungen organischer und anorganischer Stoffklassen und über die dazugehörige Reaktionsmechanistik zur Planung, Durchführung und Dokumentation mehrstufige synthesewissenschaftliche Projekte selbstständig einzusetzen - geeignete analytische Verfahren zur Struktursicherung auszuwählen und einzusetzen. - mit Geräten und Chemikalien im Sinne der Gefahrstoffverordnung sicher umzugehen. - einen synthesewissenschaftlichen Fachvortrag vorzubereiten, zu präsentieren und am fachwissenschaftlichen Diskurs teilzunehmen. - Eigenständig eine wissenschaftliche Literaturrecherche durchzuführen. - laborgemeinschaftlich zusammenzuarbeiten, voneinander zu lernen und Erfahrungen auszutauschen. - einen wissenschaftlichen Vortrag zu planen, zu gliedern, zu erstellen und zu präsentieren.

Inhalt:	1. Wiederholung und Vertiefung synthesewissenschaftlicher Arbeitstechniken 2. Planung, Durchführung und Dokumentation mehrstufiger Syntheseprojekte mit anorganisch- oder organischen-chemischen Hintergrund aus dem Überlappungsbereich der Einzeldisziplinen. Ausgewählte Themengebiete: - Redox-Reagenzien - Metallorganische Verbindungen - Anorganische Festkörper und Organische Polymere für die heterogene Katalyse und Festphasensynthese - Katalyse mit Übergangsmetallen, Organokatalysatoren und Lewis-Säuren - Methoden der stereoselektiven Synthese - Umlagerungen - Auswahl und Anwendung analytischer Methoden zur Charakterisierung: - Massenspektrometrie - Infrarotspektroskopie - Elementaranalyse - Schmelzpunktbestimmung - Drehwertbestimmung Brechungsindex - NMR-Spektroskopie (^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt)
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, (Online)-Skript, spezifische Online-Datenbanken (sciFinder, Reaxys)
Literatur	begleitendes (Online-)Skript, aktuelle Originalliteratur, weitere Literaturempfehlung im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		**Angewandte Analytische Chemie**		
Kürzel		MAAC		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Angewandte Analytische Chemie	V	3	2	30 h	45 h
2	Angewandte Analytische Chemie	Ü	1	1	15 h	30 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der gängigen analytischen und instrumentellen Methoden. Diese Methoden können grundlegend erläutert, die Funktionsweise der Geräte erklärt und Anwendungsbereiche dargestellt werden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls MAAC in der Lage, - grundlegende Methoden der analytischen Chemie einzuordnen. - Wissen im Bereich verschiedenster instrumenteller analytischer Geräte und deren Einsatzbereich (je nach Problemstellung) anzuwenden. - theoretische Hintergründe der Bestimmungsmethoden detailliert zu erklären.

	- erworbenes theoretisches Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen zu verwenden.
Inhalt	1. Grundlagen der analytischen Chemie 2. Methodenvalidierung 3. Techniken zur Probenvorbereitung und Analytseparation (GC, LC, SFC, DC, IC) 4. Detektoren für GC (FID, PND, ECD, MS) und HPLC (DAD, Fluoreszenz, RI, ELSD, MS) 5. Analyse leichtflüchtiger Verbindungen (Headspace, PAT) 6. Metallbestimmung (AAS, AES, ICP-MS), 7. Probenahme 8. Anreicherungstechniken (LLE, SPE, SPME, FFE), 9. Planung sowie Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer instrumenteller Bestimmungen 10. statistische Betrachtungen
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	- Matthias Otto: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2019 - Schwedt, Schmidt, Schmitz: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2017 - Ulf Ritgen: Analytische Chemie I + II, Springer-Verlag, 2019 - H.-J. Hübschmann: Handbook of GC/MS, Wiley-VCH, 2009 - Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 - Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-Verlag GmbH, Eschborn, 2008
Aktualisierung	

Modulbezeichnung		**Statistische Methoden**		
Kürzel		MSM		
Turnus Jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Statistische Methoden	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Statistische Methoden	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	N.N.
Dozent(in)	N.N.
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematikvorlesungen MMa und MMb, Biochemie und Molekularbiologie (MBCa)
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der statistischen Grundlagen und Zusammenhänge aus dem aufstrebenden Feld „Data Science“. Sie erlernen analytisches Denken und stringentes Vorgehen bei der Analyse von Daten aus dem Bereich der Chemie und Chemischen Biologie.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - eigenständig chemische Daten zu prozessieren, zu analysieren und zu interpretieren. - wesentliche Konzepte der grafischen Darstellung von Daten zu erklären und anwenden zu können. - angemessene Kennzahlen und Verfahren zur Charakterisierung von empirischen Daten auszuwählen und berechnen zu können.

Inhalt	In der Chemie und Chemischen Biologie werden immer mehr Daten erhoben und stehen zur Verfügung. Zu einer Beurteilung dieser Daten braucht es solide Kenntnisse in Statistik. Hierzu werden in der Vorlesung die statistischen Grundlagen vermittelt. In der Übung werden diese statistischen Grundlagen auf Fragestellungen aus der Chemie und Chemischen Biologie angewendet. 1. Grundbegriffe der Statistik und Stochastik - Zufall - Merkmale - Häufigkeit - Wahrscheinlichkeit 2. Grafische und algebraische Methoden zur Beschreibung eines Merkmals wie - Histogramm - empirische Verteilungsfunktion - Lage- und Streuungsmaße - Box-Plots - Zeitreihendarstellung 3. Verfahren zur Analyse von zwei Merkmalen - Kontingenztafeln - Streudiagramme 4. Zusammenhangsmaße - Kontingenz- und Korrelationskoeffizienten 5. einfache lineare Regression
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), „Jupyter Notebooks“ Ein eigener Laptop wird für die Übung empfohlen. Wenn möglich, können sich Studierende einen Laptop teilen.
Literatur	1. https://ipython.readthedocs.io 2. https://jupyterlab.readthedocs.io/ 3. http://www.rdkit.org/docs/index.html 4. Heddrich, Sachs, Angewandte Statistik, 17. Auflage, Springer (als e-Book im TUDO VPN verfügbar)

Modulbezeichnung		**Biochemie und Molekularbiologie**		
Kürzel		MBCa		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-Studium**
1	Biochemie und Molekularbiologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Biochemie und Molekularbiologie	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Rauh
Dozent(in)	Prof. Dr. Susanne Brakmann, Prof. Dr. Daniel Summerer, Prof. Dr. Hannes Mutschler
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie und der Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester mit Wiederholungsmöglichkeit gegen Anfang der vorlesungsfreien Zeit im Sommersemester.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der Biochemie und Molekularbiologie sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse auf neue Problemstellungen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - die Bedeutung und Eigenschaften der biochemischen Stoffklassen für lebende Systeme einordnen und erklären. - Zusammenhänge biochemischer Reaktionen erkennen und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede analysieren.

	- vermitteltes theoretisches Wissen verallgemeinern und Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen entwickeln. - erworbenes Wissen über biochemische/molekularbiologische Methoden eigenständig auf neue Fragen anwenden. - Bedeutung der Biochemie und Molekularbiologie bzgl. der Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin selbstständig bewerten.
Inhalt	1. Biomoleküle - Wasser, Aminosäuren, Peptide, Proteine - Faltung von Proteinen, dreidimensionale Struktur, Hämoglobin - Zucker und Polysaccharide, Lipide und Lipidmembranen - Nukleinsäuren (DNA, RNA) 2. Mechanismus der Enzymwirkung - Enzyme - Enzymatische Katalyse 3. Fluss der genetischen Information - Grundlagen der Replikation - Transkription, Translation - Proteintransport und posttranslationale Modifikationen - Klonierung - Heterologe Proteinexpression - Viren und Phagen 4. Arbeitsmethoden - Aufreinigung von Nukleinsäuren und Proteinen; - Spektroskopie von Biomolekülen - Chromatographie und Elektrophorese - Nukleinsäure- und Proteinanalytik - Gentechnische Methoden - Sequenzierungstechniken - Antikörpervielfalt und monoklonale Antikörper
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend) Tafelbilder, Folien
Literatur	- B. Alberts et al. (2025) Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH, 7. Auflage. - J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tomyczko (2018) Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag, 8. Auflage.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung mit Forschungsvorträgen		
Kürzel		MWVF		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 2 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 8	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit (h)	Eigen-studium (h)
1	Wahlpflichtvorlesung aus dem Stundenplan (s.u. „Inhalt“)	V	3	2	30	60
2	Übung zu Wahlpflichtvorlesung aus dem Stundenplan	Ü	1	1	15	15
3	10 Forschungsvorträge an der Fakultät für Chemie und Chemische Biologie	V/S	4	2	30	90
	Summe		8	5	75	165

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Claus Czeslik
Dozent(in)	Wahlpflichtvorlesung: siehe Modulbeschreibung des Wahlpflichtvorlesungsmoduls Forschungsvorträge: siehe Aushänge der Vortragsankündigungen
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Studierenden sollten in der Endphase des Bachelor-Studiums sein, um den Vorträgen aus der aktuellen Forschung folgen zu können.
Studien-/ Prüfungsleistungen	Prüfungsleistung: siehe Modulbeschreibung der jeweiligen Wahlpflichtvorlesung in diesem Modulhandbuch (weitere Hinweise unter „Inhalt“), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Studienleistung: Besuch von 10 Forschungsvorträgen an der Fakultät für Chemie und Chemische Biologie (GDCh-Vorträge, Kolloquien der Lehrbereiche (siehe Vortragsankündigungen auf der Fakultätswebseite); andere Forschungsvorträge auf Antrag möglich). Es wird empfohlen, 5 Vorträge pro Semester zu besuchen. Bewertung als bestanden (unbenotet), wenn der Besuch von 10 Forschungsvorträgen bescheinigt ist.

	Modulabschluss: Bescheinigung der Studienleistung und erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung zu der Wahlpflichtvorlesung. Die Modulnote ergibt sich aus der Prüfung zur Vorlesung.
Lernziele	Die Studierenden erlangen durch den Besuch der Wahlpflichtvorlesung ein erweitertes und vertieftes Wissen der Chemie bzw. der Chemischen Biologie. Durch die Teilnahme an den Forschungsvorträgen bekommen sie einen breiten Einblick in die aktuelle Forschung und erwerben eine verbesserte Fähigkeit zur wissenschaftlichen Diskussion. Die Studierenden können das erworbene Wissen bei der Durchführung der Bachelorarbeit oder späteren wissenschaftlichen Arbeiten nutzen und werden durch die Teilnahme an diesem Modul auf das forschungsorientierte Masterstudium vorbereitet.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - sich mit unterschiedlichen Forschungsgebieten von anderen Universitäten auseinanderzusetzen und in das Gesamtgebiet der Chemie bzw. Chemischen Biologie kritisch einzuordnen. - Forschungsansätzen und Forschungsfragen zu analysieren und die gewonnenen Erkenntnisse für eigene Forschungsvorhaben zu nutzen. - wissenschaftlichen Vorträgen kritisch zu folgen und sie zu vergleichen. - englischsprachige Fachvorträge zu verstehen. - wissenschaftliche Sachverhalte in Wort und Bild. - wissenschaftliche Themen fachsprachlich angemessen mit Wissenschaftlern zu präsentieren und zu diskutieren.
Inhalt	1. Wahlpflichtvorlesung mit Übung bzw. Seminar Es können nur fachwissenschaftliche Wahlpflicht-vorlesungen gewählt werden, die in den Stundenplänen des 5. und 6. Semesters der Fakultät für Chemie und Chemische Biologie angegeben sind. Diese werden jedes Semester für Studierende im Internet veröffentlicht. Die Modulbeschreibungen zu den Wahlpflichtvorlesungen sind diesem Modulhandbuch zu entnehmen. Für das Modul kann keine Wahlpflichtvorlesung aus dem Angebot für das Modul „Berufsqualifizierende Veranstaltungen“ gewählt werden.. 2. Forschungsvorträge Die Fakultät für Chemie und Chemische Biologie veröffentlicht regelmäßig über das ganze Jahr verteilt per Aushang ihr Angebot an Forschungsvorträgen. Aus diesem können die 10 Forschungsvorträge gewählt werden.

	In den Forschungsvorträgen werden wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsansätze aufgezeigt, Problemlösemethoden vermittelt sowie aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse vorgestellt. Zudem wird der Einsatz unterschiedlicher Methoden der Analytik, der Synthese und der Berechnung aufgezeigt. Anschließend werden im Gremium Fragen zum Vortrag gestellt, die präsentierten Ergebnisse diskutiert und Vorschläge für die weitere Forschung gegeben. Bei der anschließenden Nachsitzung werden weitere Informationen mit der oder dem Vortragenden ausgetauscht. Inhalte der Forschungsvorträge können z.B. aus dem chemischen Bereich, der Chemischen Biologie, der Biochemie, weiterer Naturwissenschaften, der Mathematik, der Medizin oder aus den Bio- und Chemieingenieurwissenschaften sein. Nach Besuch des Vortrags bestätigt eine an der Fakultät für Chemie und Chemische Biologie zugelassene Prüferin bzw. ein Prüfer auf einem Laufzettel, dass die bzw. der betreffende Studierende an dem Vortrag teilgenommen hat.
Medienformen	Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)
Literatur	-

Module name		Compulsory elective lecture **Organometallic Chemistry and Reaction Mechanisms**		
Abbreviation		MWV_AS_OCRM		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Organometallic Chemistry and Reaction Mechanisms	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises for Organometallic Chemistry and Reaction Mechanisms	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. Andreas Steffen
Lecturer(s)	Prof. Dr. Andreas Steffen and co-workers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Basic knowledge in inorganic and coordination chemistry, as well as in organic and physical chemistry as taught in the regular modules of the B. Sc. Study curriculum.
Coursework / module examination / partial assessments	Oral examination, repeatability and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	Students acquire basic knowledge of the reaction mechanisms of transition metal organic compounds as well as their application in stoichiometric and homogeneous catalytic synthesis planning.
Learning outcomes and competencies	Upon successful completion of the module, students will be able to – explain the basic principles on the electronic and steric properties of important ligand classes, reaction

	mechanisms of coordinated ligands and important metal-mediated reaction mechanisms. – analyze and predict stoichiometric organometallic reactions and homogeneous catalytic reaction cycles considering kinetic and thermodynamic aspects and use them for own synthesis planning. – plan the synthesis of organometallic and organic products using transition metal complexes as stoichiometric reagents or as homogeneous catalysts, making use of specific steric and electronic control through appropriate selection of the ligands and metal centres. – analyze the kinetic and thermodynamic aspects of the targeted transformations and apply them for successful process control, e.g. in basic research as well as industrial (technical) chemistry.
Content	1. Review of important aspects of coordination chemistry. 2. Bonding modes and strengths as well as reactions of important dative and covalent ligands (CO, phosphanes, H_2, sigma complexes, hydrides, alkyls, pi-ligands, carbenes) 3. Reaction mechanisms: kinetics and thermodynamics of substitution reactions, oxidative addition/reductive elimination, (alpha/beta/gamma)-eliminations, migratory insertion, sigma-bond metathesis, nucleophilic and electrophilic addition/abstraction to ligands 4. Fundamentals of organometallic catalysis: energetics, kinetics, reaction profiles, transition states, resting states, selectivity, Curtin-Hammett principle 5. Exemplary applications: H_2-/C-H activation, olefin polymerisation, hydrofunctionalisations e.g. hydroformylation, hydrogenation, metathesis, cross-couplings
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations
Literature	1. R. H. Crabtree, „The organometallic chemistry of the transition metals", Wiley VCH, Weinheim, 6th edition, 2014 (ISBN: 978-1118138076) 2. J. F. Hartwig, "Organotransition metal chemistry – From bonding to catalysis", University Science Books, Mill Valley, California, 2010 (ISBN: 978-1891389535)

Module name		Compulsory elective lecture **Molecular Photophysics and Photochemistry**		
Abbreviation		MWV_AS_MPP		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. and E. T. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Molecular Photophysics and Photochemistry	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises for Molecular Photophysics and Photochemistry	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. Andreas Steffen
Lecturer(s)	Prof. Dr. Andreas Steffen and co-workers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Basic knowledge in inorganic and coordination chemistry, as well as in organic and physical chemistry as taught in the regular modules of the B. Sc. Study curriculum.
Coursework / module examination / partial assessments	Oral examination, repeatability and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	Students acquire basic knowledge of the interaction of light and matter and its application in the design of molecular emitters for OLEDs, for imaging or in the field of photochemical reactions based on energy or electron transfer. After completing the module, they can apply their knowledge to develop new ideas in the field.

Learning outcomes and competencies	Upon successful completion of the module, students will be able to – explain the nature and properties of electronically excited states, basic device processes, photophysical processes in molecules, energy and electron transfers as well as basic spectroscopic methods, analyse them and use them for emitter design or photochemical synthesis planning. – analyse excited states of organic and organometallic compounds and use them for the targeted modification of luminescence properties. – select suitable emitter candidates for technical applications. – successfully carry out the synthesis planning of organic products using electron or energy transfer reactions, primarily initiated by transition metal complexes. – analyse kinetic and thermodynamic aspects of the targeted transformations and successfully apply them to process control, e.g. in basic research as well as industrial (technical) chemistry.
Content	1. Review of important aspects of physical chemistry and spectroscopy 2. Nature and properties of electronically excited states 3. Nature of light 4. Energy potential surfaces 5. Light absorption, Lambert-Beer law, selection rules 6. Franck-Condon principle 7. Intersystem crossing, spin-orbit coupling (El-Sayed) 8. Fluorescence, phosphorescence, TADF, circularly polarised luminescence 9. Radiationless deactivation, energy gap law 10. Energy transfer, electron transfer, Marcus-Hush theory, conical intersections, photoredox processes 11. Structure and function of LEDs and solar cells 12. Excitons, plasmon resonance 13. Triplet-triplet annihilation, singlet emission 14. Photocatalysis 15. Photodynamic therapy
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations
Literature	– N.J. Turro, V. Ramamurthy, J.C. Scaiano, “Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules”, University Science Books, U.S., 2010 (ISBN: 978-1891389252) – or other editions. – J.-P. Launay, M. Verdaguer, “Electrons in Molecules: From Basic Principles to Molecular Electronics”, Oxford University Press, 2014 (ISBN: 978-0199297788) – J.R. Lakowicz, “Principles of fluorescence spectroscopy”, Springer, 5th Edition, 2010 (ISBN: 978-0387312781)

	– P.W. Atkins, “Physical Chemistry“, Wiley-VCH, Weinheim, 5th Edition, 2013 (ISBN: 978-3-527-33247-2) – or other editions. – Selected current literature (announcement during lecture course)

Module name		Compulsory elective lecture **Bioanorganische Chemie (Bioinorganic Chemistry)**		
Abbreviation		MBAC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB / BioAC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Bioanorganische Chemie	V	3	2	30	60
2	Übung zu Bioanorganische Chemie	Ü	1	1	15	15
		Total	**4**	**3**	**45**	**75**

Person responsible for the module	Prof. Dr. Guido Clever
Lecturer(s)	Prof. Dr. Guido Clever und Mitarbeitende
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solide Grundlagen der anorganischen Chemie und der Koordinationschemie sowie Grundkenntnisse in Biochemie
Coursework / module examination / partial assessments	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Learning objectives	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Rolle von Metallen in biologisch relevanten Prozessen und medizinischen Applikationen sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse bei der Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Grenzgebiet von Anorganischer Chemie und Biochemie.
Learning outcomes and competencies	Durch die erfolgreiche Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	– die Bedeutung und Funktion von Metallen in biologisch relevanten Prozessen zu erklären und diese aus dem anorganisch-chemischen Blickwinkel zu bewerten. – die Funktion von Metallen in biologischen Prozessen im Hinblick auf mechanistische Aspekte beschreiben zu können. – die erworbenen Grundkenntnisse medizinischen/biologisch-diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen sicher anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren zu können. – das vermittelte theoretische Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.
Content	1. Essentielle Elemente 2. Biomoleküle als Liganden von Metallionen 3. Metalloproteine (Transport, Regulierung, Lagerung von Metallionen) 4. Elektronentransferproteine 5. Sauerstofftransport und Sauerstoffaktivierung 6. Stickstoff-Aktivierung 7. Hydrolasen 8. Toxizität von Metallen 9. medizinische und diagnostische Anwendungen 10. Bio-Nanotechnologie
Media forms	Tafel, Powerpointpräsentation
Literature	1. W. Kaim, B. Schwederski „Bioanorganische Chemie“, Vieweg + Teubner: Stuttgart (5. Auflage 2012, ISBN: 9783834806345) 2. H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte „Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry“, Wiley-VCH: Weinheim (1. Auflage 2006, ISBN: 9783527313051)

Module name		Compulsory elective lecture **f-Elements**		
Abbreviation		MWV_EK_FE		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major Subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	f-Elements	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercise for f-Elements	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Dr. Elisabeth Kreidt
Lecturer(s)	Dr. Elisabeth Kreidt
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Fundamental knowledge in inorganic chemistry and coordination chemistry, knowledge of most important concepts of organic and physical chemistry.
Coursework / module examination / partial assessments	Module examination: Written or oral exam. Repeatability and interval of offer according to examination regulations. The type of examination will be announced two weeks after start of the course at the latest.
Learning objectives	The students acquire knowledge of the special chemical and physical properties of lanthanoids and actinoids. After successful completion, the students will be able to explain and predict these properties based in the electronic structure of the f-elements and will be able to comprehend, analyze and apply the strategies applied in current research on f-element coordination compounds.

Learning outcomes and competencies	By successfully completing this module, students will be able to – explain and discuss the special properties of f-elements in contrast to transition metals – make informed predictions concerning the properties of an f-element coordination compound based on a structural formula and to develop design suggestions for the realization of coordination compounds with desired properties. – plan the characterization of f-element coordination compounds – explain the fundamental working principles of bioimaging techniques such as MRI and PET and to explain the importance of f-elements for these techniques – explain the basic principles of more complex phenomena such as upconversion and circularly polarized luminescence – comprehend the general aims in modern research on f-elements.
Content	1. History of the f-elements, sourcing 2. Electronic structure of the f-elements (properties of f-electrons, Russel-Saunders-coupling, energetic relation between spin-orbit coupling and ligand field effects, differences between lanthanoids and actinoids) 3. Coordination chemistry (preferred coordination numbers and ligand arrangements, kinetic lability, established coordination scaffolds, dynamic behavior in solution) 4. Photophysical properties (f-f-transitions, antenna effect, peculiarities of emission spectra, luminescence lifetimes, nonradiative deactivation processes) 5. Magnetic properties (magnetic moments and anisotropies, peculiarities in NMR spectra (paramagnetic NMR), differences to transition metals 6. Radioactivity (types of ionizing radiation, decay chains, implications for the practical work with radioactive elements) 7. Application in (bio-)medicine (MRI, PET, (time-gated) bioimaging, multiplexing, theranostics, NIR-radiation, special requirements to be considered in ligand design) 8. Research towards the realization of single molecule magnets (SMMs) 9. More complex photophysical phenomena such as upconversion and circularly polarized luminescence
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations, original publications.
Literature	*The Rare Earth Elements: Fundamentals and Applications*, Editor: D. A. Atwood, John Wiley & Sons, 2013. Particularly chapters: “The Electronic structure of the Lanthanides” (A. de Bettencourt-Dias), “Lanthanides: Coordination Chemistry” (S. A. Cotton and J. M. Harrowfield), “Lanthanides: “Comparison to 3d Metals”” (S. A. Cotton), “Luminescence” (J. Andres und A.-S. Chauvin) and “Magnetism” (B.-W. Wang und S. Gao). *Lanthanide and Actinide Chemistry*, Editor: S. Cotton, John Wiley & Sons, 2006. Particularly chapters: “The Lanthanides -

	Principles and Energetics", "Coordination Chemistry of the Lanthanides", "Electronic and Magnetic Properties of the Lanthanides", "Introduction to the Actinides" and "Coordination Chemistry of the Actinides".

Module name		Compulsory elective lecture **Nichtmetallchemie (Non-Metal Chemistry)**		
Abbreviation		MWV_CS_NMC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Nichtmetallchemie	V	3	2	30	60
2	Übung zu Nichtmetallchemie	Ü	1	1	15	15
		Total	**4**	**3**	**45**	**75**

Person responsible for the module	Prof. Dr. C. Strohmann
Lecturer(s)	Prof. Dr. C. Strohmann
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Coursework / module examination / partial assessments	Teilleistung Prüfung (Partial assessment: Exam): Klausur oder mündliche Prüfung (2 CP), Teilleistung Vortrag (Partial assessment: Presentation): benoteter Vortrag (2 CP), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Learning objectives	Die Studierenden erlernen moderne Aspekte der Nichtmetallchemie unter Hinzuziehung aktueller Forschungsergebnisse. Nach Abschluss des Modules können sie verstehen elementübergreifende Prinzipien der Nichtmetallchemie, verstehen und auf die Lösung von für sie neue Aufgabenstellungen aus der Chemie der Nichtmetalle übertragen.
Learning outcomes and competencies	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	– grundlegende Entwicklungen („Meilensteine“) auf dem Gebiet der Nichtmetallchemie im gesamt-historischen Kontext der Chemiegeschichte einordnen zu können und neuerliche Entwicklungen auf diesem Gebiet unter Zuhilfenahme dieses Hintergrundwissens bezüglich ihrer Wichtigkeit differenziert zu würdigen. – Vorkommen, Gewinnung von Nichtmetallen und deren wichtigsten Verbindungen zu erläutern sowie Beispiele für die Anwendungen von Nichtmetallen und deren Verbindungen in Naturwissenschaft und Technik geben zu können. – Kenntnis der Modellvorstellungen und grundlegender Konzepte (Bindungskonzepte, Reaktionsmechanismen) der Nichtmetallchemie einzusetzen, um diese gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. – Stoffeigenschaften von Nichtmetallverbindungen bezüglich ihrer Reaktivität und Struktur zu erklären, einzuschätzen und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage ihres Wissens über Konzepte und periodische Trends im PSE zu machen. – auf Basis ihres Wissens zur Synthese von Nichtmetallverbindungen und zu Stoffeigenschaften speziellen Arbeitstechniken für die Darstellung von Verbindungen vorzuschlagen, zu begründen und umzusetzen – analytische Methoden für die Untersuchung von Nichtmetallen und deren Verbindungen, für neue Problemlösungen auszuarbeiten, einzusetzen und die Ergebnisse zu interpretieren. – spezielle Aspekte der Nichtmetallchemie selbstständig zu erarbeiten und die Ergebnisse den Kommilitonen/innen in einem Vortrag anschaulich zu vermitteln. – sich selbstorganisiert spezielle Aspekte der Nichtmetallchemie aus Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) anzueignen und die Kenntnisse zur Lösung für neue Problemstellungen einzusetzen. – selbständig erarbeitetes Wissen in einem Vortrag mittels moderner Präsentationstechniken anschaulich und gut verständlich aufzubereiten und wiederzugeben.
Content	**Vorlesung** 1. Trends der Nichtmetalle im PSE 2. Konzepte zur Beschreibung und Analyse der Bindung und Struktur von Nichtmetallverbindungen (u. a. VSEPR-Modell, VB-Theorie, MO-Theorie, „Computational Chemistry“). 3. Spezielle Arbeitstechniken im Bereich der Nichtmetallchemie (u. a. Matrixisolationstechnik) 4. Besprechung der Chemie ausgewählter Elemente und deren Verbindungen aus dem Bereich der Nichtmetalle. 5. Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Nichtmetallchemie (u.a. Hypervalenz, Ozonproblematik,

	Sauerstoff und Stickstoff in Organismen und Pflanzen, toxische Phosphor-Verbindungen) **Übung** Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der Vorlesung.
Media forms	Tafel, PowerPoint-Präsentationen, Originalpublikationen
Literature	**R. Steudel**: *Chemie der Nichtmetalle. Von Struktur und Bindung zu Anwendung*, W. de Gruyter, 3. Aufl. 2008, 520 Seiten. **J. E. Huheey**: *Anorganische Chemie. Prinzipien von Struktur und Reaktivität*, W. de Gruyter, 4. Aufl. 2012, 1284 Seiten. **C. E. Housecroft, A. G. Sharpe**: *Anorganische Chemie (Gebundene Ausgabe)*, Pearson, 2. Aufl. 2008, 1040 Seiten. **C. E. Housecroft, A. G. Sharpe**: *Inorganic Chemistry (Broschiert)*, Pearson, 4. Aufl. 2012, 1256 Seiten. **C. Elschenbroich:** *Organometallchemie,* Teubner Studienbücher Chemie, 6. Aufl. 2008. Originalpublikationen zu o. g. Themengebieten.

Module name		Compulsory elective lecture **Silicon Chemistry**		
Abbreviation		MWV_CS_SC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Silicon Chemistry	V	3	2	30	60
2	Exercise for Silicon Chemistry	Ü	1	1	15	15
	Total		**4**	**3**	**45**	**75**

Person responsible for the module	Prof. Dr. Carsten Strohmann
Lecturer(s)	Prof. Dr. Carsten Strohmann
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solid knowledge of inorganic and organic chemistry.
Coursework / module examination / partial assessments	Module examination: oral exam, repeat options and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	The students learn modern aspects of silicon chemistry with the help of current research results to understand cross-elemental principles. After completion of the module, they will be able to transfer their knowledge to the solution of tasks and new ideas in the field of silicon chemistry.
Learning outcomes and competencies	By successfully completing this module, students will be able to – put basic developments ("milestones") in the field of silicon chemistry in the historical context of chemistry

	and to understand recent developments in this field with the help of this background knowledge with regard to their importance. – explain the occurrence and extraction of silicon and its most important compounds, and give examples of the applications of silicon and its compounds in science and technology. – use knowledge of model and basic concepts (bonding concepts, reaction mechanisms) of silicon chemistry in order to weigh them up against each other and reflect on them. – explain material properties of silicon compounds with respect to their reactivity and structure, assess and make predictions for new compounds based on their knowledge of concepts and periodic trends in the periodic table. – propose, justify and use special working techniques for the synthesis of silicon compounds on the basis of their knowledge, propose their material properties, and interpret analytical results. – work out special aspects of silicon chemistry independently, and communicate the results clearly to fellow students in a talk. – acquire special aspects of silicon chemistry from original literature in a self-organized way, and use the knowledge to solve new problems.
Content	**Lecture** 1. Synthesis of silicon compounds. 2. Concepts for the description and analysis of silicon-specific effects. *α*- and *β*-effect hybridization effect bond polarity 3. Reaction mechanisms of reactions at the silicon center 4. High and low coordination numbers at the silicon center hypervalency multiple bonds 5. Discussion of selected topics from the silicon chemistry silylenes silenes silanols silicones silyl anions and cations silyl radicals structural protection polymers rings silapharmaceuticals protective groups ^{29}Si NMR stereochemistry **Exercise**

	Talks by students on selected topics from the lecture.
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations, original publications
Literature	**J. E. Huheey**: *Inorganic Chemistry: Prinzipals of Structure and Reaktivity*, W. de Gruyter, 4th edit. 2012, 1284 pages. **C. Elschenbroich:** *Organometallics,* Wiley-VCH, Weinheim, 3rd edit. 2016. Original publications on above topics.

Module name		Compulsory elective lecture **Functional Coordination Networks**		
Abbreviation		MWV_SH_FCN		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. and E. T. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Functional Coordination Networks	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercise on Functional Coordination Networks	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr Sebastian Henke
Lecturer(s)	Prof. Dr. Sebastian Henke and coworkers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Basic knowledge of inorganic, organic and physical chemistry
Coursework / module examination / partial assessments	Partial assessment: Presentation (1 CP). Scientific talk with discussion. Partial assessment: Exam (3 CP). Written or oral examination. Possibilities of repetition and rotation according to PO. The type of examination will be announced by notice at the latest two weeks after the start of the course.
Learning objectives	The students expand their knowledge in the field of solid state and materials chemistry with regard to structural principles, structure-property concepts, functionalisation and relevant analytical methods for the characterisation of porous inorganic-organic solid state materials. The special focus is

	on coordination networks and coordination polymers. The students can apply their knowledge and use it to develop new ideas.
Learning outcomes and competencies	Upon successful completion of the module, students will be able to, – explain basic and advanced principles on the material class of coordination networks. – explain the laws of solid state and materials chemistry with regard to structural principles, structure-property concepts and functionalisation and apply them independently to new problems. – use acquired knowledge of analytical methods for the characterisation of porous solid-state materials to critically evaluate experimental data and design their own experiments. – link the theoretical knowledge gained in the module on network topology, functionalisation, porosity, host-guest interaction, phase transformations, characterisation methods with other chemical, physical and material science concepts and use it to solve new scientific questions in an interdisciplinary way.
Content	1. Coordination chemistry (transition and main group metals and lanthanoids) 2. Topological description of network structures 3. Coordination networks and polymers 4. Gas adsorption and specific surface area 5. Flexibility, dynamics and phase transformations 6. Structure-property principles 7. Principles of gas storage and separation 8. Morphology and microstructure 9. Physical charactarization methods 10. Reticular synthesis 11. Host-Guest-Chemistry
Media forms	Powerpoint presentations, electronic scripts/publications, blackboard pictures
Literature	*Solid State Chemistry: An Introduction,* L. E. Smart, E. A. Moore, CRC Press, 2012, ISBN: 9781439847909. *Anorganische Strukturchemie*, U. Müller, Vieweg+Teubner Verlag, 2004, ISBN: 978-3-322-99855-2 *The Chemistry of Metal-Organic Frameworks*, S. Kaskel, Wiley-VCH, 2016, ISBN: 978-3-527-33874-0. "Hybrid porous solids: past, present, future", G. Férey, *Chem. Soc. Rev.* **2008**, *37*, 191-214. "Soft porous crystals", S. Horike, S. Shimomura, S. Kitagawa, *Nat. Chem.* **2009,** *1*, 695-704. "The chemistry and applications of metal-organic frameworks", H. Furukawa, K. E. Cordova, M. O'Keeffe, O. M. Yaghi, *Science* **2013,** *341*, 1230444.

Module name		Compulsory elective lecture **Introduction to Materials Chemistry**		
Abbreviation		MWV_SH_IMC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemistry Subject: AC Major subject: M. M. or SoC M.Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Introduction to Materials Chemistry	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercise for Introduction to Materials Chemistry	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. Sebastian Henke
Lecturer(s)	Prof. Dr. Sebastian Henke and coworkers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Basic knowledge of inorganic, organic and physical chemistry
Coursework / module examination / partial assessments	Partial assessment: Student talk (1 CP). Scientific talk with discussion. Partial assessment: Examination (3 CP). Written or oral examination. Repeatability and interval of offer according to examination regulations. The type of examination will be announced two weeks after start of the course at the latest.
Learning objectives	The students expand their knowledge in the field of solid state and materials chemistry with regard to fundamental structural principles, structure-property concepts, and relevant analytical techniques for the characterization of inorganic and inorganic-organic solid-state materials. The focus is on ionics, semiconductors, metals, zeolites and

	nanomaterials. The students can apply their knowledge and use it to develop new ideas.
Learning outcomes and competences	Upon successful completion of this module, students will be able to, – explain basic and advanced principles of solid state chemistry. – explain the laws of solid state and materials chemistry with regard to structural principles, structure-property concepts and apply them independently to new problems. – use acquired knowledge of analytical methods for the characterization of solid-state materials to critically evaluate experimental data and design their own experiments. – link the theoretical knowledge gained in the module on band structure theory, magnetism, doping, defects, phase transformations, characterization methods with other chemical, physical and material science concepts and use it to solve new scientific questions in an interdisciplinary way.
Content	1. Crystal structures of important inorganic solids 2. Ionic compounds 3. Metals 4. Semiconductors 5. The band structure model 6. p-n-Junction 7. Doping and defects 8. Magnetism 9. Dielectric properties 10. Structure-property principles 11. Characterization techniques in solid state chemistry 12. Nanomaterials, particle size effects 13. Morphology and microstructure
Media forms	Powerpoint presentations, electronic scripts/publications, blackboard pictures
Literature	*Solid State Materials Chemistry*, P. M. Woodward, P. Karen, J. S. O. Evans, T. Vogt, Cambridge University Press, 2021, DOI: 10.1017/9781139025348 *Solid State Chemistry and its Applications*, A. R. West, Wiley, 2014, ISBN: 978-1-119-94294-8 *Solid State Chemistry: An Introduction,* L. E. Smart, E. A. Moore, CRC Press, 2012, ISBN: 9781439847909. *Anorganische Strukturchemie*, U. Müller, Vieweg+Teubner Verlag, 2004, ISBN: 978-3-322-99855-2

Module name		Compulsory elective lecture **Umweltchemie (Environmental Chemistry)**		
Abbreviation		MWV_SZ_UC		
Interval of offer annual (SoSe)	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** M. Sc. Chemistry Subject: AC or OC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie „studium oecologicum“

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Self-study
1	Umweltchemie	V	3	2	30 h	60 h
2	Seminar zu Umweltchemie	S	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Dr. Sebastian Zühlke
Lecturer(s)	Dr. Sebastian Zühlke
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie
Coursework / module examination / partial assessments	Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) sowie Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Learning objectives	Die Studierenden erlangen einen Überblick über die grundlegenden Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden. Sie sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls fähig, komplexe Prozesse in der Umwelt, im Besonderen die Wechselwirkungen der verschiedenen Umweltkompartimente und der darin enthaltenen Stoffe, sowie deren Auswirkung auf das gesamte Ökosystem einzuordnen.

Learning outcomes and competencies	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage, – grundlegende Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden zu erklären. – komplexe Prozesse in der Umwelt einzuordnen. – Wechselwirkungen/Prozesse der verschiedenen Umweltkompartimente und der enthaltenen Stoffe zu beschreiben. – Auswirkungen einzelner Einflüsse auf das gesamte Ökosystem zu erkennen. – vermitteltes theoretisches Wissen anzuwenden, um komplexe umweltchemische Probleme zu erkennen und zu bewerten. – Umweltverhalten von Chemikalien zu verstehen, vorherzusagen und beim wissenschaftlichen Arbeiten zu berücksichtigen – vermitteltes Wissen sicher zu präsentieren und zu diskutieren.
Content	1. Atmosphärenchemie – Aerosole – Ozon – Photochemie – Luftverschmutzung – Treibhauseffekt – Feinstaub – Smog – Abgasreinigung 2. Wasserchemie – Stoffhaushalt der Gewässer – chemische Verschmutzungsindikatoren – physikalische Verhältnisse im Gewässer – Trinkwasseraufbereitung – Abwasserbehandlung – Eintrag und Verhalten von Wasserschadstoffen 3. Bodenchemie – physikalische und chemische Bodenstruktur – Schwermetalle – saurer Regen – Fracking – Sorption, Mobilität und Abbau von organischen Schadstoffen 4. Allgemeine Grundlagen – Zusammensetzung und Bedeutung von Wasser, Boden und Luft – Stoffkreisläufe – Verbleib von organischen Schadstoffen (Distribution, Akkumulation, Abbau) – spezielle Xenobiotika/Stoffklassen (z.B. Pestizide, Arzneimittelrückstände) – neuste Trends und aktuelle Problemverbindungen

Media forms	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien
Literature	– Claus Bliefert: Umweltchemie, Wiley-VCH Weinheim, 2010 – Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005 – Georg Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996 – Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996 – Karl Fent: Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, 4.Auflage, Thieme Verlag, 2013

Module name		Compulsory elective lecture **Makromolekulare Chemie I (Macromolecular Chemistry I)**		
Abbreviation		MWV_RW_MC1		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: OC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Makromolekulare Chemie I	V	3	2	30	60
2	Übungen zu Makromolekulare Chemie I	Ü	1	1	15	15
		Total	**4**	**3**	**45**	**75**

Person responsible for the module	Prof. Dr. R. Weberskirch
Lecturer(s)	Prof. Dr. R. Weberskirch
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Abschluss der Module MACa und MOCa. Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Coursework / module examination / partial assessments	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Learning objectives	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Makromolekularen Chemie, insbesondere der Methoden der Synthese und Analyse makromolekularer Verbindungen. Sie können die Bedeutung der Stoffklasse der makromolekularen Verbindungen in Technik, Biologie und Medizin erläutern und das Wissen zur Lösung von Aufgabenstellungen im Grenzbereich von Chemie, Technik und Biowissenschaften anwenden.
Learning outcomes and competencies	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage,

	– die historische Entwicklung des Fachgebiets der Polymerchemie zu erläutern. – die Einteilung der Polymere nach ihrem Herstellungsmechanismus, den Rohstoffen und den Verarbeitungsmethoden zu beschreiben. – grundlegende Begrifflichkeiten der Polymerchemie sicher zu beherrschen und auf Vertreter dieser Stoffklasse anzuwenden. – detaillierte Synthesemechanismen zu Polymerisationen oder Stufenreaktionen an Beispielen zu erklären. – die wichtigsten analytischen Methoden zur Charakterisierung von Polymeren zu erläutern und geeignete analytische Methoden problemorientiert auswählen zu können. – Zusammenhänge zwischen Polymerstruktur und thermischen bzw. mechanischen Eigenschaften der Polymere zu erkennen das Wissen bei der Vorhersage von Materialeigenschaften zu nutzen. – vermitteltes theoretisches Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen. – sich neues Wissen durch die Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) selbstständig zu erarbeiten.
Content	1. Einführung in die Polymerchemie - Oligomere und Polymere - Nomenklatur - historische Entwicklung - Aufbauprinzipien - Konstitution von Polymerketten - Mikrostruktur und Taktizität - Einteilung der Polymere nach Rohstoffen Herstellungsverfahren, Technologie bzw. mechanischen und thermischen Eigenschaften - Thermodynamik von Polymerisationen 2. Synthesemethoden von Polymeren - Ketten- und Stufenreaktionen (Mechanismus und Kinetik) - Freie radikalische Polymerisation und Copolymerisation - Kontrollierte radikalische Polymerisation (z. B. RAFT, ATRP, NMP) - Anionische und kationische Polymerisation - Ziegler-Natta Polymerisation - Polykondensation und –additionsreaktionen (u.a. Polyester, Polyamide, Polyurethane) - Neue Entwicklungen in der Polymerchemie: Enzymatische Synthesen, - Methoden der Polymersynthese: Lösungspolymerisation, Emulsionspolymerisation, Substanzpolymerisation 3. Methoden zur Charakterisierung von Polymeren

	- Modellvorstellungen zur Größenabschätzung eines Polymerknäuels - Spektroskopie an Polymeren (NMR, IR und UV/vis) - Methoden zur Molmassenbestimmung (GPC, Viskosimetrie, Membranosmose, MALDI-TOF, Endgruppenanalyse, Absolut-, Relativ- und Äquivalentmethoden, u. a.) - Thermische Charakterisierung: thermische Übergänge 1. und 2.Ordnung, Glasübergangstemperatur (T_g) von Polymeren; Teilkristallinität in polymeren Festkörpern und strukturelle Voraussetzungen. - Methoden zur Bestimmung des thermischen Verhaltens (Differential Scanning Calorimetrie (DSC); Thermogravimetrie (TGA)) - Mechanische Untersuchung von Polymeren (Zug Dehnungsdiagramme, Dynamisch-mechanische Thermoanalyse, Verlust- und Speichermodul u. a.)
Media forms	Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literature	Vorlesungsfolien und aktuelle Literaturverweise

Module name		Compulsory elective lecture **Synthesewissenschaft I (Science of Synthesis I)**		
Abbreviation		MWV_MH_SW1		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: OC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Synthesewissenschaft I	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Synthesewissenschaft I	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. M. Hiersemann
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. Hiersemann
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Erfolgreicher Abschluss von MOCb
Coursework / module examination / partial assessments	Schriftliche Modulprüfung
Learning objectives	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.
Learning outcomes and competencies	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, – Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung

	synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen. – Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrische Induktion zu erläutern. – vermitteltes Wissen zur Lösung synthetischer und retrosynthetischer Fragestellungen aus den Forschungsgebieten Naturstoffchemie, Wirkstoffstoffchemie und Materialchemie (Chemie der Materialmoleküle) zu nutzen und Synthesen demgemäß zu planen. – organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.
Content	1. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen 2. nukleophile Substitution am sp^3-Kohlenstoffatom 3. Übergangsmetall-katalysierte Substitution am Aromaten 4. Synthese von C/C-Mehrfachbindungen durch Kondensationsreaktionen 5. Lithiumorganyle 6. Aldoladditionen unter asymmetrischer Induktion 7. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Suzuki-Kreuzkupplung und allylische Alkylierung 8. Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen 9. Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen 10. Kettenverlängerung, Ringexpansion und Ringkontraktion durch nukleophile [1,2]-Umlagerung 11. Claisen-Umlagerungen 12. intramolekulare Diels-Alder-Reaktion 13. 1,2-Difunktionalisierung von C/C-Mehrfachbindungen 14. Fotochemie (Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)
Media forms	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literature	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Module name		Compulsory elective lecture **Science of Synthesis II**		
Abbreviation		MWV_MH_SS2		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: OC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Science of Synthesis II	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercise for Science of Synthesis II	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. M. Hiersemann
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. Hiersemann
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	successful completion of MOCb
Coursework / module examination / partial assessments	written module exam
Learning objectives	Undergraduates acquire deeper knowledge of methodologies for molecular structure manipulation (science of synthesis). Undergraduates will be able to apply this knowledge for planning syntheses.
Learning outcomes and competencies	After module completion, undergraduates will be able to – discuss tactics and strategies including their advantages and disadvantages for selective molecular structure manipulation.

	– outline opportunities for asymmetric synthesis with and without asymmetric induction. – utilize imparted knowledge to solve synthetic and retrosynthetic problems from different research areas, such as natural products chemistry, drug chemistry and materials chemistry. – use acquired knowledge for planning syntheses – properly present organic chemistry-based content, including stereochemical models, in a written and pictorial manner.
Content	1. cyclization reactions involving carbon-centered radicals 2. palladium-catalyzed bond formation: intramolecular Heck reaction and cross-coupling reaction of enolates 3. synthesis of three-membered rings: cyclopropanation 4. synthesis of five-membered rings: Pauson–Khand reaction 5. synthesis of five-membered rings: Nazarov cyclization 6. synthesis of five- and six-membered rings: intramolecular aldol condensation 7. synthesis of seven-membered rings: Cope rearrangement 8. synthesis of seven-membered rings: rhodium(I)-catalyzed (5+2) cycloaddition 9. 1,3-dipolar cycloaddition of azomethine ylides 10. 1,3-dipolar cycloaddition of nitrones 11. nucleophilic 1,2-rearrangement to a nitrogen atom 12. allylic oxidation 13. photochemical (2+2) cycloaddition (For organizational reasons or for didactic purposes, content may be subject to change)
Media forms	chalkboard teaching, digitized lecture, digitized lecture notes, digitized problem sets, inverted-classroom format
Literature	literature recommendations will be made within the course

Module name		Compulsory elective lecture **Homogenous Catalysis in Organic Synthesis**		
Abbreviation		MWV_MH_HCOS		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: OC Major subject: M. M. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Homogenous catalysis in organic synthesis	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises for Homogenous catalysis in organic synthesis	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. M. Hansmann and co-workers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solid basic knowledge of organic chemistry (successful completion of modules MOCa and MOCb).
Coursework / module examination / partial assessments	Written or oral examination, repeatability and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	The students acquire basic, as well as current knowledge in the field of homogenous catalysis and can apply this acquired knowledge to the planning of complex organic molecules.
Learning outcomes and competencies	After successful completion of the course “Homogenous catalysis in organic synthesis”, students will be able to,

	– explain applications of homogeneous catalysis (with and without transition metal) in preparative organic chemistry, – describe the importance of modern catalytic processes, in terms of new bond disconnections, for the synthesis of complex organic compounds, – logically analyze synthesis planning concepts and plan for yourself, – apply acquired knowledge in the synthesis planning of more complex organic molecules, for example for the synthesis of fine chemicals or natural products, – link classical synthesis concepts with catalytic methods and to develop interdisciplinary solution concepts for synthesis planning, – develop solution strategies, discuss, appropriately communicate one's own point of view, and collaborate with others.
Content	Essential concepts of homogeneous catalysis with (first part of the lecture) and without transition metal catalyst (second part) are introduced. Here, emphasis is placed on the application in organic synthesis planning (deepening in the corresponding exercise group). 1. Palladium catalysis (cross-coupling reactions, allylic substitution also with iridium catalysis, Heck reactions, C-N couplings, Pd-TMM chemistry) 2. Tandem reactions 3. Ruthenium catalysis (metathesis: alkene, alkyne, enyne) 4. C-H activation 5. Gold catalysis 6. Cobalt and copper catalysis (click chemistry) 7. Organocatalysis (enamine, Broensted acid catalysis) 8. Frustrated Lewis pair catalysis 9. Photoredox catalysis 10. Main group catalysis and autocatalysis
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations, Zoom.
Literature	1. L. Kürti, B. Czakó, „Strategic applications of named reactions in organic synthesis”, Elsevier Press 2005 (ISBN: 978-0124297852) 2. L. S. Hegedus, B. C. G. Söderberg, „Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules” University Science Books, 2009 (ISBN: 978-1891389597) 3. Organic Synthesis Workbooks (I/II/III), Wiley-VCH

Module name		Compulsory elective lecture **Heterocyclic Chemistry**		
Abbreviation		MWV_MH_HC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: OC Major subject: M. M. and ET or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence-time	Self-study
1	Heterocyclic Chemistry	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises for Heterocyclic Chemistry	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. M. M. Hansmann
Lecturer(s)	Prof. Dr. M. M. Hansmann and co-workers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solid basic knowledge of organic chemistry (successful completion of modules MOCa and MOCb).
Coursework / module examination / partial assessments	Written or oral examination, repeatability and rotation according to PO.
Learning objectives	The students acquire basic, as well as current knowledge in the field of synthesis, properties and application of heterocycles. They can apply this acquired knowledge to the planning of syntheses of heterocyclic compounds.
Learning outcomes and competences	After successful completion of the course “Heterocyclic Chemistry”, students will be able to - explain fundamentals and general concepts of heterocycle chemistry,

	- apply acquired knowledge in synthesis planning and for naming more complex heterocycles, - estimate typical reactivities and properties of heterocyclic compounds and make predictions based on their knowledge, - Describe relevance of heterocycles e.g. in pharmaceutical chemistry and chemical biology. - link classical synthesis concepts with catalytic methods and develop solution concepts for synthesis planning, - analyze synthesis concepts logically. - develop solution strategies, discuss, appropriately communicate one's own point of view, and collaborate with others.
Content	Emphasis is placed on the following contents: 1. Essential concepts of synthesis, properties, reactivities and applications of heterocycles. 2. Systematic treatment of heterocycles sorted by ring sizes (three rings, four rings etc. up to macrocyclic rings). The systems are sorted with increasing number of heteroatoms (O, N, S etc.). 3. Systematic nomenclature of heterocycles according to the exchange nomenclature and the Hantzsch-Widmann-Patterson nomenclature, among others. 4. Typical synthesis strategies (Paal-Knorr, Hantzsch synthesis, Fischer-Indol, etc.). 5. Besides, excursions are thematized, such as strained hydrocarbons, carbenes, aromaticity, 1,3-dipoles, phosphorus heterocycles, biologically relevant heterocycles or topical issues. 6. Recent trends such as skeletal editing
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations, Zoom.
Literature	“Heterocyclic Chemistry” Joule, Mills, Wiley 2010 “The Chemistry of Heterocycles” Speicher, Eicher, Hauptmann, Wiley, 2013

Module name		Compulsory elective lecture **Bioorganische Chemie 1 (Bioorganic Chemistry 1)**		
Abbreviation		MWV_HM_BC1		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemistry Subject: SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Self-study
1	Bioorganic Chemistry 1	V	4	3	45 h	75 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. Hannes Mutschler
Lecturer(s)	Lecturers of Chemical Biology. For the respective semester, see the announcement of Chemical Biology.
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Solide Grundlagen der Organischen Chemie
Coursework / module examination / partial assessments	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Learning objectives	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und können dieses Wissen anwenden.
Learning outcomes and competencies	Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, – wesentliche theoretische Erkenntnisse über Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie zu erläutern. – die Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder chemische Biologie und organische Synthese zu verstehen und dieses Verständnis für

	Lösung interdisziplinärer biologisch-chemischer Fragestellungen zu nutzen. – Einfache bioorganische Synthesen zu planen. – das erworbene theoretische Wissen zum selbstständigen Entwickeln geeigneter Strategien zur Lösung biologisch-chemischer Aufgabenstellungen anzuwenden. – bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Content	1. Chemie der Peptide und Proteine - Synthese - Eigenschaften - biologische Bedeutung 2. Chemie der Oligonukleotide und Nukleinsäuren - Synthese - Eigenschaften - biologische Bedeutung
Media forms	Online-Skript (vorlesungsbegleitend), Tafelbilder, Folien, Übungszettel, PowerPoint-Präsentation
Literature	1. General textbooks of organic chemistry, e.g. K. P. C. Vollhardt, *Organic Chemistry*, Wiley-VCH, and biochemistry, e.g. D. Voet, J. G. Voet, *Biochemistry*, Wiley-VCH, or J. M. Berg, J. L. Tymoczko, L. Stryer, *Biochemistry*, Macmillan.

Module name		Compulsory elective lecture **Biophysikalische Methoden (Biophysical Methods)**		
Abbreviation		MBPC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemistry Subject: PC Major subject: E. T. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB / BioPC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Biophysikalische Methoden	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Biophysikalische Methoden	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. C. Czeslik
Lecturer(s)	Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. C. Czeslik
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb
Coursework / module examination / partial assessments	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Learning objectives	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Grundlagen der biophysikalischen Chemie und ihrer Methoden, sowohl theoretisch als auch bezüglich praktischer Anwendungen, und können sie sicher zur Problemlösung einsetzen.
Learning outcomes and competencies	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, – Grundlagen der Biophysikalischen Chemie und ihrer Methoden zu erklären, – erworbenes theoretisches Wissen bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen,

	– mit den vermittelten Grundlagen der Biophysikalischen Chemie und ihrer Methoden Lösungsstrategien zur Bearbeitung neuer praktischer Problemstellungen zu entwickeln und die Ergebnisse angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren, – biophysikalisch-chemischer Phänomene logisch zu analysieren, – bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Content	**Grundlagen der Biophysikalischen Chemie** – Biophysikalische Modelle – Zahlen in der Biologie und Biochemie – Molekulare Grundlagen – Nukleinsäuren, Proteine und Lipide – Chemisches Gleichgewicht und Kinetik (Ligandenbindung) **Methoden** – Kalorimetrische Methoden und Affinitätsmessungen: DSC, ITC, MST und SPR – Hydrodynamische und kolligative Methoden: Osmometrie, Viskosimetrie, Zentrifugation, Chromatographie – IR-, UV-, CD-, Fluoreszenz-, NMR- und ESR-Spektroskopie
Media forms	Tafel, Beamer, Vorlesungsskript als PDF
Literature	D. Klostermeier & M. G. Rudolph, Biophysical Chemistry, CRC Press, 1. Aufl. 2011. R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, Vieweg+Teubner, 2. Aufl., 2011. W. Mäntele, Biophysik, UTB, 1. Auflage, 2012.

Module name		Compulsory elective lecture **Optical spectroscopy and microscopy**		
Abbreviation		MWV_TC_OSM		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: PC Major subject: E. T. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB / BioPC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Optical spectroscopy and microscopy techniques for chemistry and chemical biology	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises / practical for Optical spectroscopy and microscopy techniques for chemistry and chemical biology	Ü / P	1	1	15 h	15 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. T. Cordes
Lecturer(s)	Prof. Dr. T. Cordes and co-workers
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Basic knowledge in physical chemistry and physics, as taught in the modules MPCa, MPCb, MPCc, and MPa of the Bachelor's degree program, attendance at the lecture Biophysikalische Methoden.
Coursework / module examination / partial assessments	Written or oral examination (the type of examination will be announced at the beginning of the course). Number of possible repetitions and intervall of offer according to examination regulations.
Learning objectives	Students gain basic and advanced knowledge of optical spectroscopy and microscopy techniques. They are able to evaluate applications and limitations of both methods for the study of chemical and biological processes and structures

	and to use these methods for planning their own experiments.
Learning outcomes and competencies	Upon successful completion of the module, students will be able to – explain the fundamentals of optical spectroscopy and microscopy, as well as various modern methods derived from these techniques for studying chemical and biological processes and structures, – understand and validate published results in the context of optical spectroscopy and microscopy, and assess their potential applications of the technique for their own work, – analyze the possibilities and limitations of optical spectroscopy and microscopy and considering them when planning their own research work, – use the acquired knowledge to develop, evaluate and appropriately discuss solution strategies for problems in chemistry and biology related to reaction mechanisms and structures.
Content	**Part 1 Spectroscopy** – Fundamentals of optical transitions, – optical properties of biomolecules and dyes, – important dye classes, – macromolecule labeling, – fundamentals of absorption and fluorescence spectroscopy, – measurement principles, – high-throughput methods, – scattering methods, – ultrafast spectroscopy, – advanced fluorescence methods (anisotropy, FRET, fluorescence quenching), – applications of optical methods in biochemistry (ligand binding, enzyme kinetics, photosynthesis, membrane transport) **Part 2 Microscopy** – Ray optics, – imaging, – resolution, – contrast, – contrast methods, – fluorescence microscopy, – confocal microscopy, – dynamic methods (FRAP, FLIM, FCS), – high-resolution optical microscopy, – single-molecule detection, – applications in cell biology and biomedicine

	Practical – Microscope construction, – numerical aperture, – resolution, – contrast methods, – extension to fluorescence microscopy, – STORM microscopy, – single-molecule detection
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentations, experiments
Literature	– Modern Biophysical Chemistry, Walla, Wiley – Biophysical Chemistry, Rudolph and Klostermeier, CRC Press – Fundamentals of light microscopy and electronic imaging, Murphy and Davidson, Wiley-Blackwell

Module name		Compulsory elective lecture **EPR Spectroscopy**		
Abbreviation		MWV_MK_EPRS		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemistry Subject: PC Major subject: E. T. or SoC M. Sc. Chemical Biology Subject: CB / BioPC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	EPR Spectroscopy	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercises for EPR Spectroscopy	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	4	3	45 h	75 h

Person responsible for the module	Prof. Dr. Müge Kasanmascheff
Lecturer(s)	Prof. Dr. Müge Kasanmascheff
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Sufficient knowledge of chemistry and physics, such as taught in the modules MPCb (lecture on physical chemistry 3) and MPa (lecture on physics for chemistry students 1), is strongly recommended for successful participation. Basic knowledge of biochemistry is also advantageous, but not required.
Coursework / module examination / partial assessments	Module examination: Written or oral exam. The type of examination will be announced by notice latest two weeks after the start of the event. Possibility of repetition and rotation according to PO.
Learning objectives	The students acquire basic knowledge of electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy and, subsequently, will be able to assess the applications and limits of EPR spectroscopy to solve biochemical problems.

Learning outcomes and competencies	By successfully completing the module, the students are able to - Explain principles and applications of EPR spectroscopy and logically analyze advantages and limitations of EPR spectroscopy. - Elucidate the importance of radicals and their chemistry in essential enzymes and biomolecules as well as the characterization of metal cofactors by EPR spectroscopy. - Explicate the utilization of spin labels to study structure and function of biomolecules. - Benefit from their acquired basic knowledge and developed solution strategies in selecting EPR experiments and critically analyzing their results. - Evaluate solution strategies, discuss them in a team, convey their own point of view appropriately and together work out a solution for a new problem.
Content	1. Basics - Paramagnetism - Properties of an unpaired electron (electron spin) - Interactions of the electron spin 2. Continuous-wave EPR - Relaxation and saturation - Multi-frequency EPR - Hyperfine coupling in solution - Analysis of EPR spectra 3. Pulsed EPR - Anisotropy in the solid state - Hyperfine coupling in the solid state - Double-resonance methods of EPR spectroscopy 4. EPR in biology - Spin probes – spin labeling to study conformational changes in proteins - Amino acid radicals – tyrosine radicals, essential for life - Metal cofactors – elucidation of the FeMo-cofactor in nitrogenase
Media forms	Blackboard, Powerpoint presentations, slides, exercise sheets
Literature	M. Brustolon, E. Giamello, Electron Paramagnetic Resonance: A Practitioner's Toolkit, Wiley, 2009. A. Lund, M. Shiotani, S. Shimada, Principles and Applications of ESR Spectroscopy, Springer, 2011.

Module name		Compulsory elective lecture **Introduction to Industrial Chemistry**		
Abbreviation		MWV_DV_IIC		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemistry Subject: TC Major subject: E. T. or SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Introduction to Industrial Chemistry	V	4	3	45 h	75 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr. D. Vogt
Lecturer(s)	Prof. Dr. D. Vogt, Prof. Dr.-Ing. H. Freund / Dr.-Ing. M. Börnhorst
Language	English
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	Fundamentals of inorganic, organic, and physical chemistry.
Coursework / module examination / partial assessments	Module examination: written exam. Repeat options and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	The students acquire basic knowledge of industrial chemical production using the example of economically significant processes and products, as well as the ability to assess a chemical process not only according to chemical, but also according to engineering science, technical, economical, and ecological aspects.
Learning outcomes and competencies	After successful participation in this module, students will be able to: - recognize the differences between the production of substances in the laboratory and on an industrial scale, and to consider them for application. - apply the basics of thermodynamics, the phase equilibria, reaction kinetics, mass and heat transport, as well as mass and heat balancing, to explain the

	operating principles of the most important chemical reactors and separation processes. - discuss the possible applications of the different basic types of chemical reactors. - explain the function of heterogeneous and homogeneous catalysts and they are relevant reaction mechanisms. - carry out step constructions taking into account phase equilibria and mass balances as a basis for the design of separation processes. - understand the desired function of essential equipment in chemical plants and describe their advantages and disadvantages for specific applications. - describe the chemical process with the help of the process flow diagram. - explain the production of essential inorganic and organic precursors, intermediates, and end products in the chemical industry using process flow diagrams. - work together on an interdisciplinary basis with graduates from chemical engineering and other subject areas enabled by the engineering science knowledge acquired in this course.
Content	Basics 1. basic structure of chemical - production facilities - “Verbundstruktur” of the chemical industry - difference of laboratory and production processes - characterization and representation of chemical processes in flow diagrams 2. Industrial thermodynamics and kinetics 3. Reactors - laboratory stirred tank (discontinuous or semi-continuous) - heat dissipation from reactors - scale up - safety aspects - continuously operated still tank reactor - tubular reactor - still tank reactor cascade - residence time 4. Reactor design and process engineering on the example of the ammonia synthesis (heterogeneous catalysis, uses of ammonia) 5. Mass and heat balancing, basic principles of cost accounting, optimization of chemical plants 6. Distillation - laboratory distillation (discontinuous) - Rectification - balancing of a rectification column

	- McCabe-Thiele method - influence of the reflux ratio - industrial embodiments 7. Other basic thermal operations: - Absorption - Adsorption - Extraction - counter-current principle is a common feature, technical implementation forms (tray- and packed columns) - basic mechanical operations (steering, filtering) - pumps Processes 1. Fossil raw materials (oil, natural gas, coal). 2. Organic base chemicals I (steam cracker). 3. Organic base chemicals II (C2 chemistry). 4. Organic base chemicals III (C3- to C5- and aromatics chemistry). 5. Organic end products I (Polymers). 6. Organic end products II (detergents, dyes, pharmaceuticals, crop protection products). 7. Selected inorganic products: e.g. - sulfuric acid - chlorine - caustic soda - cement - pig iron/steel - aluminium - semiconductor silicon 8. Excursion to a chemical industry plant
Media forms	Blackboard, PowerPoint presentation, graphics of simulation calculations (download option), excursion to a chemical company.
Literature	D.W. Agar, A. Behr, J. Jörissen „Einführung in die Technische Chemie“, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010. W. Reschetilowski „Technisch-Chemisches Praktikum“, Wiley-VCH, Weinheim, 2002. Scripts of the practical course in industrial chemistry

Module name		Compulsory elective lecture **Einführung in die industrielle Katalyse**		
Abbreviation		MWV_HF_EIK		
Interval of offer annual	**Duration** 1 semester	**Semester of study** see exam. reg.	**Credits** 4	**Curriculum assignment** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemistry Subject: TC Major subject: E. T. or SoC

Module structure

No.	Course	Type	CP	SWS	Presence time	Selfstudy
1	Introduction to Industrial Catalysis	V	3	2	30 h	60 h
2	Exercise for Introduction to Industrial Catalysis	Ü	1	1	15 h	15 h
		Total	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Person responsible for the module	Prof. Dr.-Ing. H. Freund
Lecturer(s)	Prof. Dr.-Ing. H. Freund, Prof. Dr. D. Vogt
Language	German
Requirements according to examination regulations	None
Recommended requirements	None
Coursework / module examination / partial assessments	Written or oral exam, repeat opportunities and rotation according to examination regulations.
Learning objectives	Students will learn all the essential basic principles and concepts of homogeneous and heterogeneous catalysis as a key technology of chemical material conversion, both in terms of molecular mechanisms and underlying physicochemical aspects of industrial application of catalysis.
Learning outcomes and competencies	After successful completion of the module, students will be able to: - describe and discuss the fundamentals of transition metal catalysis and use them for predictions as well as evaluation of catalysts.

	- enumerate methods for recycling homogeneous catalysts and explain their principles. - make suggestions for a suitable catalyst and reaction system for an unknown reaction. - describe, using relevant examples, the use of heterogeneous catalysts in the synthesis of major basic chemicals and intermediates, and from these describe generally applicable approaches to heterogeneous catalysis. - explain the importance of catalysis for controlling material flows in the chemical industry, differentiate between heterogeneous and homogeneous catalysts, and compare their advantages and disadvantages. - evaluate the choice of catalyst for different applications by comparing the advantages and disadvantages of different catalyst variants. - use the acquired knowledge to plan selective and material- and waste-saving chemical production.
Content	1. Principles of catalysis a) Heterogeneous catalysis - Microkinetics (Langmuir-Hinshelwood) and macrokinetics (Thiele modulus, heat transfer, internal and external mass transfer) - Rate-determining step of catalytic reactions - Activity, selectivity and characterization of catalysts - Parameters influencing activity and selectivity b) Homogeneous catalysis - Transition metal catalyzed catalytic cycles - Asymmetric catalysis - Ligand and catalyst properties - Catalyst and ligand influences 2. Technical use of catalysts - Recycling of homogeneous catalysts - Comparison of homogeneous, heterogeneous and heterogenized catalysis - Use of heterogeneous catalysts in the synthesis of major base chemicals and intermediates in single and multiphase systems - Advantages and disadvantages of different technologies - Catalyst use with respect to process variants and conditions of important industrial processes - Differences and evaluation of the production of a product with and without catalyst
Media forms	The set of slides for the course and additional materials such as bibliographies and website recommendations will be published on the designated virtual workspaces.

Literature	- A. Behr, P. Neubert, Applied Homogeneous Catalysis, Wiley VCH, 2012 - P.C.J Kamer, D. Vogt, J.W. Thybaut (Eds.) Contemporary Catalysis – Science, Technology, and Applications, RSC, 2017 - M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Auflage, 2013 - A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt, Einführung in die Technische Chemie, Springer, Berlin, 2. Auflage, 2016 - A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Auflage, 2013

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Funktionelle Membranmimetika**		
Kürzel		MWV_LU_FM		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chem. Biologie B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vorlesung Funktionelle Membranmimetika	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Funktionelle Membranmimetika	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	4	3	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. Leonhard H. Urner
Dozent	Dr. Leonhard H. Urner
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen der physikalischen Chemie, strukturelle Repräsentation von Biomolekülen, Formeldarstellung von chemischen Strukturen
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu Membranmimetika, analytischen Methoden für die Charakterisierung von Membranmimetika und die Anwendung dieser Kenntnisse auf wissenschaftliche Problemstellungen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - grundlegende Konzepte und analytische Methoden für die Charakterisierung von Membranmimetika beschreiben. - die vermittelten Konzepte und analytischen Methoden für die Charakterisierung von

	Membranmimetika verallgemeinern und auf Problemstellungen anwenden. - geeignete Konzepte und analytischen Methoden von Membranmimetika für die Bearbeitung individueller Problemstellungen identifizieren. - die Tauglichkeit eines Forschungsansatzes zur Lösung einer wissenschaftlichen Problemstellung bewerten.
Inhalt	1. Definition und Bedeutung funktioneller Membranmimetika 2. Aufbau und Eigenschaften funktioneller Membranmimetika: - Seifen - Lipide - synthetische Polymere - Peptide - Bizellen - Nanodiscs - Liposomen - Modelmembranen 3. Methoden für die Analyse funktioneller Membranmimetika: - Tensiometrie - Dynamische Lichtstreuung - NMR Spektroskopie - Massenspektrometrie - optische Spektroskopie - Kalorimetrie 4. Anwendungsbeispiele von funktionellen Membranmimetika im Alltag, Grundlagenforschung und Medizin
Medienformen	Powerpoint Folien (PDF), Übungsblätter (PDF), Kahoot!
Literatur	- Buch: Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly, Elsevier, 2019 - Buch: Supramolecular Chemistry: Fundamentals and Applications, Oxford, 2022

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Berufsqualifizierende Veranstaltungen**		
Kürzel		MWV_MS_BV		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: SoN M.Sc. Chemische Biologie Fach: SoN

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Berufsqualifizierende Veranstaltung nach Vorgabe durch die Fakultät	V/Ü	4	3	45 h	75 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Markus Schürmann
Dozent(in)	Verschiedene Dozentinnen und Dozenten. Die zugelassenen Lehrveranstaltungen und die entsprechenden Dozentinnen und Dozenten werden per Aushang jedes Semester veröffentlicht.
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Studierenden sollten in der Endphase des Bachelor-Studiums sein und einschätzen können, welche Kompetenzen für das spätere Berufsleben wichtig sind. Die Voraussetzungen für die Lehrveranstaltungen sind unterschiedlich. Bei fachlichen Veranstaltungen können Vorkenntnisse erforderlich sein.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Prüfungsform nach Vorgabe in der Lehrveranstaltung bzw. wie per Aushang vorgegeben.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Kenntnissen und Kompetenzen, die für das spätere Berufsleben wichtig sind.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - sich mit den Fachkulturen anderer Fächer konstruktiv auseinanderzusetzen.

	- das erworbene theoretische Wissen in der beruflichen Praxis bei der Analyse und Lösung von Problemstellungen anzuwenden. - Ergebnisse fachsprachlich angemessen mündlich und schriftliche zu präsentieren. - durch die Kenntnis anderer Fachkulturen mit Mitarbeitern dieser Fächer interdisziplinär zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Die Fakultät Chemie veröffentlicht jedes Semester eine Liste mit Lehrveranstaltungen, die als berufsqualifizierende Veranstaltungen denkbar sind. Es müssen mindestens 4 Credits erworben werden. Wenn für eine Veranstaltung weniger als 4 Leistungspunkten vergeben werden, sind zwei Veranstaltungen zu besuchen, wobei insgesamt nur 4 Credits angerechnet werden können. Die Inhalte der Lehrveranstaltungen können sein: - Inhalte der Lehrveranstaltungen können - statistische Methoden - Soft Skills - Managementmethoden - Arbeitswissenschaften - Privatrecht - Konflikt-Management - Qualitätsmanagement - Polymere - Toxikologie - Chemikalienrecht - Marketing - Wirtschaftswissenschaften - Präsentation - Themen aus dem Anwendungsbereich von chemischen Produkten aus dem Bereich des Bio- und Chemieingenieurwesens - etc. Nähere Informationen zu den Lehrveranstaltungen sind den entsprechenden Modulhandbüchern der jeweiligen Fakultäten zu entnehmen. Bei Lehrveranstaltungen, die nicht als Wahlmöglichkeit für die Berufsqualifizierenden Veranstaltungen veröffentlicht wurden, die aber auch zum Bereich der berufsqualifizierenden Veranstaltungen gezählt werden können, ist eine Anerkennung auf Antrag an den Prüfungsausschuss möglich.
Medienformen	Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)
Literatur	Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben.

Modulbezeichnung		Vertiefungspraktikum 1/2 **Anorganische Chemie**		
Kürzel		MV1P_AC, MV2P_AC		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 7	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie	P	5	7	105 h	45 h
2	Seminar zum Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie	S	2	1	15 h	45 h
		Summe	**7**	**8**	**120 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Henke
Dozenten	Hochschullehrer/innen und Mitarbeiter/innen der Anorganischen Chemie
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	s. PO
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen Chemie.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und wissenschaftlicher Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen des Vertiefungspraktikums in einer Arbeitsgruppe der Anorganischen Chemie erwerben die Studierenden fortgeschrittene Kenntnisse und spezielle Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und lernen, diese selbstständig anzuwenden. Durch die Mitarbeit an

	einem aktuellen Forschungsprojekt entwickeln sie die Fähigkeit, ein solches Projekt eigenständig zum Erfolg zu führen und die Ergebnisse anhand der aktuellen Literatur zu bewerten. Darüber hinaus lernen sie, ihre Ergebnisse gemäß der in der Anorganischen Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zusammenzufassen, zu präsentieren und zu diskutieren. Im begleitenden Seminar nehmen die Studierenden aktiv am wissenschaftlichen Diskurs über aktuelle Fragestellungen der Anorganischen Chemie teil und präsentieren ihre Ergebnisse in einem Vortrag.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: - die modernen Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften, durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methoden zu kennen, das erhaltene Datenmaterial auszuwerten und zu interpretieren. - die Grundlagen und Anwendungsbereiche von computerchemischen Berechnungen wiederzugeben, Berechnungen an einfachen Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und die Resultate differenziert zu interpretieren. - computergestützten Literaturrecherchen durchzuführen. - ein vorgegebenes Thema unter Zuhilfenahme von Originalliteratur innerhalb einer vorgegebenen Zeit selbstständig zu erarbeiten und dessen Inhalte in Form eines Vortrags einer Fachöffentlichkeit zu vermitteln sowie sich einer wissenschaftlichen Diskussion zu stellen. - in einem Forschungslabor mit anderen konstruktiv und verantwortungsbewusst zusammenzuarbeiten. - selbstständig und fristgerecht eine Lösungsstrategie für eine gegebene Aufgabenstellung zu finden und umzusetzen.
Inhalt:	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen und/oder theoretischen Fragestellung aus dem Forschungsfeld einer Arbeitsgruppe der Anorganischen Chemie. Das Forschungsprojekt orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fasst die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, diskutiert diese und präsentiert die resultierenden Schlussfolgerungen.

Medienformen	Wissenschaftliche Publikationen, Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Vertiefungspraktikum 1/2 **Organische Chemie**		
Kürzel		MV1P_OC, MV2P_OC		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 7	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vertiefungspraktikum 1/2 (Organische Chemie)	P	5	7	105 h	45 h
2	Seminar zum Vertiefungspraktikum 1/2 (Organische Chemie)	S	2	1	15 h	45 h
	Summe		**7**	**8**	**120 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Hiersemann/Prof. Dr. R. Weberskirch/Prof. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. R. Weberskirch, Prof. Dr. M. M. Hansmann, Dr. A. Behler, Dr. L. Iovkova, Dr. D. Tymann und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	s. PO
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul MOCc
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen des Vertiefungspraktikums, welches in einer Arbeitsgruppe der Organischen Chemie durchgeführt wird, erwerben die Studierenden Kenntnisse über spezielle Arbeitsmethoden der Organischen Chemie und können

	diese selbständig anwenden. Bei der Mitarbeit an einem kleinen aktuellen Forschungsprojekt lernen die Studierenden selbstständig ein solches Projekt zum Erfolg zu führen und die erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur zu bewerten. Sie lernen, ihre Ergebnisse gemäß der in der Organischen Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zusammenzufassen, zu präsentieren und zu diskutieren. Im begleitenden Seminar beteiligen sich die Studierenden am wissenschaftlichen Diskurs über aktuelle Fragestellungen der Organischen Chemie und präsentieren Ihren Vortrag.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - experimentelle Arbeitstechniken der Organischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - spezielle Arbeitstechniken aus der organischen Synthesechemie sicher praktisch umzusetzen und Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung organischer Verbindungen sicher durchzuführen. - eine computergestützte Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - kleinere Syntheserouten eigenständig zu planen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Organischen Chemie einzuordnen. - das Projekt in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen zu

	recherchieren und die Inhalte vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Mitarbeit an einer kleinen aktuellen experimentellen Fragestellung aus dem Forschungsfeld einer Arbeitsgruppe der Organischen Chemie. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, diskutiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Vertiefungspraktikum 1/2 **Physikalische Chemie**		
Kürzel		MV1P_PC, MV2P_PC		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 7	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-Studium
1	Vertiefungspraktikum 1	P	5	7	105 h	45 h
2	Seminar zum Vertiefungspraktikum 1	S	2	1	15 h	45 h
	Summe		**7**	**8**	**120 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. T. Cordes, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. M. Kasanmascheff, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	s. PO
Empfohlene Voraussetzungen	Teilnahme am Modul MPCa, MPCb
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Abschlusskolloquium, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen des Praktikums, welches in einer Arbeitsgruppe des Lehrbereichs Physikalische Chemie durchgeführt wird, erwerben die Studierenden Kenntnisse über moderne physikalisch-chemische Arbeitsmethoden und können diese im Rahmen eines kleinen Forschungsprojekts selbständig anwenden. Sie können ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung angemessen präsentieren und anhand der Literatur zu bewerten.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne physikalisch-chemische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen für

	die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten zu nutzen. - physikalisch-chemische Problemstellungen logisch zu analysieren und in geeignete experimentelle Versuchsaufbauten umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren, kritisch zu werten und zu interpretieren. - die gemachten Beobachtungen in den Kenntnisstand der physikalischen Chemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Versuchsprotokolls auszuarbeiten, welche formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - aktuelle Publikationen der physikalischen Chemie zu verstehen und zu bewerten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren und die Inhalte zu diskutieren.
Inhalt	Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der jeweiligen Arbeitsgruppe.
Medienformen	Berichte; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften

Modulbezeichnung		**Vertiefung auf dem Gebiet der Bachelorarbeit**		
Kürzel		MVB		
Turnus	**Dauer** 3 Wochen	**Studiensemester** gemäß PO	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**CP**
1	Vertiefung auf dem Gebiet der Bachelorarbeit	4
	Summe	**4**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Bachelorarbeit gemäß § 14 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie.
Dozent(in)	
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Bachelorarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) der erfolgreiche Abschluss aller Studienmodule, die nach dem Studienplan bis zum Ende des fünften Fachsemesters abgeschlossen werden. Dabei dürfen zwei Leistungsnachweise, einer des 5. Semesters und einer des 3. bis 5. Semesters, noch fehlen. Praktika, die nach dem Studienplan im 1. bis 5. Semester stattfinden, müssen abgeschlossen sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung (unbenotet): Bericht über die Vorbereitungsphase und Arbeitsplan für die Bachelorarbeit; Bewertung durch den Betreuer der Bachelorarbeit.
Lernziele	Die Studierenden gewinnen Einblicke in die Forschung des gewählten Arbeitskreises zur Orientierung und Entscheidungsfindung bezüglich des Themas der Bachelorarbeit. Das Modul dient der Vorbereitung der Studierenden auf die Bachelorarbeit.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - das erworbene theoretische Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.

	- ein kleines Projekt eigenständig zu planen, vorzubereiten und durchzuführen. - einen Laborarbeitsplatz zu beziehen und ihn gemäß den Anforderungen an die gestellten Arbeiten zu präparieren. - kommerziell erhältliche Chemikalien zu beschaffen bzw. Edukt-Chemikalien zu synthetisieren. - Experimente unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln zu planen und vorzubereiten. - Literatur zu einem gestellten Thema zu recherchieren und zu gliedern. - gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen. - in einem Forschungslabor kollegial mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt:	1. Literaturrecherche 2. Strukturierung der geplanten Aufgaben 3. Planung und Aufbau von Apparaturen 4. Beschaffung von Chemikalien bzw. Synthese von Edukt-Chemikalien

Modulbezeichnung		**Bachelorarbeit und Disputation**		
Kürzel		BachArbeit		
Turnus	**Dauer** 10 Wochen reguläre Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit	**Studien-semester** gemäß PO	**Credits** 15	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**CP**
1	Bachelorarbeit	12
2	Disputation	3
	Summe	**15**

Modulverantwortliche(r)	Studiendekan/in
Dozent(in)	Betreuer/in der Bachelorarbeit gemäß § 14 der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemie.
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Bachelorarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) der erfolgreiche Abschluss aller Studienmodule, die nach dem Studienplan bis zum Ende des fünften Fachsemesters abgeschlossen werden. Dabei dürfen zwei Leistungsnachweise, einer des 5. Semesters und einer des 3. bis 5. Semesters, noch fehlen. Praktika, die nach dem Studienplan im 1. bis 5. Semester stattfinden, müssen abgeschlossen sein.
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	In dem Modul werden zwei benotete Teilleistungen absolviert: Teilleistung 1: Abschlussarbeit von ca. 30 DIN-A4-Seiten Teilleistung 2: Fakultätsöffentliche Disputation mit Vortrag und Diskussion. Die Gewichtung der Noten erfolgt gemäß der oben angegebenen Anzahl an Credits. Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen eine im Umfang angemessene experimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der Chemie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren und auf der Grundlage bekannter Verfahren unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig fristgerecht

	zu bearbeiten und fachwissenschaftlich angemessen schriftlich darzustellen. Die Studierenden zeigen im Rahmen einer Disputation, dass sie das selbst durchgeführte Projekt im Zusammenhang darstellen, die gewählte Vorgehensweise begründen und in einer Diskussion verteidigen können.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - das erworbene theoretische Wissen der Chemie und ihrer Nachbardisziplinen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen. - Literatur zu einem gestellten Thema vollständig zu recherchieren und zu gliedern. - eine wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln verantwortungsbewusst durchzuführen. *) - aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallendes Datenmaterial zu prozessieren, die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Gesamtzusammenhang der bereits vorhandenen (publizierten) Erkenntnisse differenziert einzuordnen. - eine wissenschaftliche Arbeit nach vorgegebenem Umfang und vorgegebener Formatierung gemäß der in der Chemie verwendeten Methodik schriftlich niederzulegen. - die Resultate der wissenschaftlichen Tätigkeit in einem Vortag von zeitlich begrenztem Umfang zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen. - gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen. - in einem Forschungslabor kollegial und verantwortungsbewusst mit anderen zusammenzuarbeiten. *) entfällt bei rein theoretischen Arbeiten
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemie mit z. B. anorganischem, organischem, physikochemischen Schwerpunkt.
Literatur	Aktuelle Arbeiten aus den o. g. Bereichen.