#### Modulhandbuch

#### zum

### **Bachelorstudiengang Chemie**

einschließlich der Änderungen im Rahmen der Prüfungsordnung zum WiSe 21/22

## Modulübersicht

	Modul	Seite
MPa	Physik für Chemiestudierende 1	3
MPb	Physik für Chemiestudierende 2	5
MP1P	Physikalisches Praktikum	7
МТО	Toxikologie und Rechtskunde	9
ММа	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	50
MPCc	Physikalische Chemie 4	53
MMAO	Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lös. (OC)	55
MMAO1P	Praktikum Synthesen und Methoden (AC/OC)	61
MAAC	Angewandte Analytische Chemie	64
MSM	Statistische Methoden	66
MBCa	Biochemie und Molekularbiologie	68
MWV	Wahlpflichtvorlesungen	70
MVP	Vertiefungspraktika	125
	Bachelorarbeit und Disputation	135

Modulbezeichnung		Physik für Chemiestudierende 1								
Kürzel			MPa							
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester			Studiensemester 1		Credits 4		B. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrvera	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Physik fü	r Chemiestud	ierende 1	٧		3	2	30 h	60 h	
2	Übung zı	u Physik für C	hemiestudierende	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sum	me		4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	rtliche(r)	Dekan der Fakultä	it Pl	hys	ik				
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzunge igsordnui		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunge	en	Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.							
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ngen	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,							
			<ul> <li>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.</li> <li>die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der</li> </ul>						diese I für die ordnen zu	

	Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren.  - Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik wiederzugeben, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.
	<ul> <li>erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen.</li> <li>ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und die Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.</li> </ul>
Inhalt	Einleitung     wissenschaftliche Methodik     Größen, Maßeinheiten, Messfehler
	<ul> <li>Mechanik</li> <li>Kinematik</li> <li>Dynamik von Massenpunkten,</li> <li>Arbeit und Energie,</li> <li>Stoßprozesse</li> <li>Dynamik der Drehbewegung</li> <li>Mechanik in bewegten Bezugsystemen</li> <li>Hydrostatik und Hydrodynamik</li> </ul>
	<ul> <li>3. Elektro- und Magnetostatik</li> <li>- Ladung und elektrisches Feld</li> <li>- Stationäre Ströme</li> <li>- Magnetfelder</li> <li>- bewegte Ladungen im Magnetfeld</li> <li>- Materie in Feldern</li> </ul>
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 2 4		Credits		B. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie	
Modul	struktur								
Nr.	Lehrvera	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Physik fü	ir Chemiestud	ierende 2	V		3	2	30 h	60 h
2	Übung z	u Physik für C	hemiestudierende	Ü		1	1	15 h	15 h
			Sum	me		4	3	45 h	75 h
Modul	verantwo	rtliche(r)	Dekan der Fakultä	it P	hys	sik			
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Fakultät Physik (für das jeweilige Semester siehe Aushang)						
Spracl	he		Deutsch						
	ssetzunge ngsordnu		Keine						
Empfo Voraus	ohlene ssetzunge	en	Abiturwissen Mathematik (zusätzliche Ergänzungen erfolgen in der Vorlesung), solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.						
Studie /Prüfu	n- ngsleistu	ngen	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.						
	rgebnisse etenzen	und	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MPa sind die Studierenden in der Lage,						
			<ul> <li>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.</li> <li>die wissenschaftliche Methodik der Physik anzuwenden und Probleme aus dem Themenkreis der Physik auf lösbare physikalisch-mathematische Modelle zu reduzieren.</li> </ul>						deren s auch nenkreis der

	<ul> <li>Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Physik zu nennen, gegeneinander abzuwägen und auf physikalische Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>die Bedeutung der Physik für andere Wissenschaftsdisziplinen und für technische Innovationen (u. a. Energiegewinnung, Medizin, Arbeitswelt, Umwelt) zu erkennen.</li> <li>ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einzuschätzen und Aufgaben mit einem angemessenem Projekt- und Zeitmanagement zu lösen.</li> </ul>
Inhalt	<ol> <li>Elektrodynamik         <ul> <li>Maxwell'sche Gleichungen</li> <li>Schwingungen und Wellen in Mechanik und Elektrodynamik</li> </ul> </li> <li>Optik         <ul> <li>Geometrische Optik</li> <li>Wellenoptik</li> </ul> </li> <li>Atom- und Kernphysik         <ul> <li>Versagen der klassischen Physik</li> <li>Unschärferelation</li> <li>Wasserstoffatom</li> <li>Bahn- und Spinmagnetismus</li> <li>Zeeman- und Stark-Effekt</li> <li>Aufbau der Atome und des Periodensystems</li> <li>Aufbau der Kerne</li> <li>Kernreaktionen</li> <li>Strahlenarten</li> </ul> </li> </ol>
Medienformen	- Anwendungen radioaktiver Stoffe  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			Studiensemeste 3	er Credits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie				
Moduls	struktur									
Nr.	Lehrveran	staltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium	
1	Physikaliso	ches Praktiku	m	Р		3	3	45	45	
Modul	/erantwortl	iche(r)	Dekan der Fakul	tät I	Phy	/sik				
Dozent	t(in)		Dr. Siegmann un (für das jeweilige						ät Physik	
Sprach	ie		Deutsch							
	setzungen gsordnung		Mindestens ein bestandenes Physikmodul (MPa oder MPb).							
Empfo Voraus	hlene ssetzungen		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,							

Modulbezeichnung			Toxikologie und Rechtskunde							
Kürzel			МТО							
Modul	niveau		Grundlagenverans	stalt	ung	)				
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester		Studiensemester 1	semester		Credits 2		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie			
Modul	struktur									
Nr.	Lehrvei	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium	
1	Toxikolo	ogie und Rech	tskunde	V		2	2	30 h	30 h	
			Sum	ıme	)	2	2	30 h	30 h	
Modul	verantwo	ortlicher	Prof. Dr. J. G. Her	ngst	ler					
Dozen	ten		Prof. Dr. J. G. Hengstler, Prof. Dr. T. Gebel, Dr. A. Ghallab, Dr. W. Albrecht							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzung gsordnu	jen nach ing	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	jen	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife							
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ıngen	Modulprüfung (unbenotet): Schriftliche Klausur bestehend aus 2 Teilen, Rechtskunde und allgemeine Toxikologie, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernzi	ele		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 Module die im Detail über die Webseite (www.ifado.de/Lehrverfügbar 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.						o.de/Lehre)  xische  en,  nismen.		

Lernergebnisse und Kompetenzen	<ul> <li>Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls MTO sind die Studierenden in der Lage,</li> <li>bestimmte Alert-Strukturen von Chemikalien zu erkennen.</li> <li>die wichtigsten Mechanismen der Interaktion toxischer Substanzen mit Zellen wiederzugeben.</li> <li>auf der Basis der Kenntnis der Grundprinzipien der regulatorischen Toxikologie diese aktiv anzuwenden.</li> <li>Grundzüge der ChemG, GefStoffV, ChemVerbotsV, EU-Regelungen (REACH) wiederzugeben und für die Lösung von Fallbeispiele einsetzen zu können.</li> <li>Sicherheitsrelevante Themenbeim Projekt- und Zeitmanagement zu berücksichtigen</li> <li>auf der Grundlage der Kenntnis von gesetzlichen Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) wissenschaftliche Experimente im Labor sicher durchführen.</li> <li>die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie zu erkennen.</li> </ul>					
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								
Kürze	I		ММа							
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester			Studiensemester Cr		Credits 5		B.Sc	Zuordnung Curriculum B.Sc. Chemie B.Sc. Chem. Biologie		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrver	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium	
1	Mathem	atik für Chem	iestudierende 1	V		4	3	45 h	75 h	
2	Übunge	n zur Vorlesur	ng	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sun	nme	)	5	4	60 h	90 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Dr. G. Skoruppa							
Dozen	ıt(in)		Dr. G. Skoruppa							
Sprac	he		Deutsch							
	ssetzung ngsordnu		Keine							
	ohlene ssetzung	jen	Solides mathematisches/naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.							
Studie /Prüfu	en- ngsleistu	ıngen	Modulprüfung (unbenotet): 120-minütige Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernzi	iele		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 Studierende in der Lage  - mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerte naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbring einzusetzen Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgev zu untersuchen und die mathematischen Untersuchungsergebnisse in den					ir ein verten bringend					

	<ul> <li>naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen,</li> <li>alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen.</li> <li>die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.</li> </ul>					
Inhalt	<ol> <li>Vektoralgebra</li> <li>Matrizen und lineare Gleichungssysteme</li> <li>Analytische Geometrie</li> <li>Komplexe Zahlen</li> <li>Differentialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen</li> </ol>					
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 2		Credits 5		B.Sc	Zuordnung Curriculum B.Sc. Chemie B.Sc. Chem. Biologie			
Modul	struktur									
Nr.	Lehrvei	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Mathem	atik für Chem	iestudierende 2	V		4	3	45 h	75 h	
2	Übunge	n zur Vorlesu	ng	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sun	nme	)	5	4	60 h	90 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Dr. G. Skoruppa							
Dozen	t(in)		Dr. G. Skoruppa							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzung Igsordnu	jen nach ing	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	jen	Solide Kenntnisse der Inhalte des Moduls MMa							
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ıngen	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							
			<ul> <li>mathematische Modellvorstellungen und grundlegende mathematische Konzepte für ein naturwissenschaftliches Arbeiten oder Bewerten naturwissenschaftlichen Arbeitens gewinnbringend einzusetzen.</li> <li>Naturwissenschaftliche Probleme zu Mathematisieren, formal hinreichend und abgewogen</li> </ul>							

	<ul> <li>zu untersuchen und die mathematischen Untersuchungsergebnisse in den naturwissenschaftlichen Kontext rückzuübersetzen,</li> <li>alle mathematischen Aufgabenstellungen verbal und schriftlich in einer mathematisch fundierten Sprache darzustellen.</li> <li>die im Modul trainierten Problemlöse-, Analyse- und Konzentrationsfähigkeiten bei der Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eigenständig einzusetzen.</li> </ul>						
Inhalt	<ol> <li>Taylorreihen</li> <li>Potenzreihen</li> <li>Integralrechnung</li> <li>mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung</li> <li>Differentialgleichungen</li> <li>lineare Differentialgleichungssysteme</li> </ol>						
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 WiSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 1 Credits 8 Zuordnung Cu B. Sc. Chemie B.Sc. Chemisc			c. Chemie			
Modul	struktur								
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Allg. und	l Anorganisch	ne Chemie 1	>		6	4	60 h	120 h
2	Übung z	u Allg. und A	norg. Chemie 1	Ü		2	2	30 h	30 h
			Su	mm	e	8	6	90 h	150 h
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Andreas S	Steff	en				
Dozent	t(in)		Hochschullehrende der Anorganischen Chemie						
Sprach	ne		Deutsch						
	setzung gsordnu		Keine						
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	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.						staltung
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			Grundgesetze der Chemie     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

	T
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden - grundlegende allgemein-chemische Modellvorstellungen und Konzepte unterscheiden, abwägen und anwenden.
	<ul> <li>vermittelte Konzepte der Chemie verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anwenden und erhaltene Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen kritisch vergleichen.</li> </ul>
	- naturwissenschaftliche Phänomene, Eigenschaften der Elemente und deren Reaktivitäten, sowie deren elektronischer Struktur erklären
	- Bindungsmodelle eigenständig bewerten
	- Synthesen von kleinen Molekülen, Redoxprozesse und Materialeigenschaften planen
	<ul> <li>elektronische und thermodynamische Aspekte von gewünschten einfachen Materialeigenschaften sowie von einfachen Transformationen für erfolgreiche Prozessführungen analysieren.</li> </ul>
	<ul> <li>sich selbstorganisiert umfangreiches Wissen aneignen, dieses wiedergeben und die Kenntnisse zur Lösung von neuen Aufgabenstellungen einsetzen</li> </ul>
	<ul> <li>ihre eigenen Fähigkeiten bei der Lösung von Übungsaufgaben einschätzen und dementsprechend ihr Lernverhalten anpassen.</li> </ul>
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentation, digitale Lernformen
Literatur	1. E. Riedel, C. Janiak, "Anorganische Chemie", DeGruyter
	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							
Kürze	I		MAC1P						
Turnus jährlich WiSe	_	Dauer 1 Semester	Studiensemester	iensemester Credit		Credits  Zuordnung Curric  B. Sc. Chemie  B. Sc. Chemische			
Modul	struktur	I	I						
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1		ines und Anor ches Praktikur		Р		7	10	150 h	60 h
2		zu Allgem. ui ches Praktikur		s		2	1	15 h	45 h
	•		Su	mm	e	9	11	165 h	105 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. Andreas	Ste	ffer	n			
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.) und wiss. Mitarbeitende						
Sprac	he		Deutsch						
	ssetzung ngsordnu		Erfolgreicher Abso	icher Abschluss des Moduls MACa					
	hlene ssetzung	en	Solides naturwisso Allgemeinen Hoch	issenschaftliches Allgemeinwissen der ochschulreife.					
Studie /Prüfu	en- ngsleistu	ıngen	Studienleistung: Schriftliche Antestate zu den Analyseblöcken.						
			Modulprüfung (unbenotet): Das Lernziel des Praktikums ist erreicht und das Modul erfolgreich abgeschlossen, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl erreicht wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet wurden.						
			Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.						
Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Aus organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. I dem letzten Praktikumstermin. Das Lernziel des Prak ist erreicht, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl errei					d. R. nach Praktikums m				

	wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet							
	wurden.							
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	<ul> <li>Die Studierenden sind in der Lage,</li> <li>- Modellvorstellungen und grundlegende Konzepte der Anorganischen Chemie zu unterscheiden, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren.</li> <li>- Konzepte der Chemie zu verallgemeinern, auf neue Problemstellungen anzuwenden und die erhaltenen Ergebnisse durch Vergleich mit experimentellen Beobachtungen kritisch zu hinterfragen.</li> <li>- durch die Kenntnis von Eigenschaften der Hauptgruppenelemente und ausgesuchter Verbindungen deren Bedeutung für Mensch und Umwelt einzuordnen.</li> <li>- geeignete chemisch-analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, Experimente unter Beachtung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften zu planen, durchzuführen, auszuwerten, zu reflektieren und schriftlich zu dokumentieren.</li> <li>- den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen.</li> <li>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.</li> </ul>							
Inhalt:	Allgemeines und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1:  1. Sicherheit: - Verhalten im Labor, - Umgang mit Gefahrstoffen, Betriebsanweisungen,							
	<ul> <li>Verhalten im Notfall (Sicherheitsbelehrung).</li> <li>Chemische Grundoperationen:</li> <li>Sachgerechter Umgang mit Chemikalien und Geräten,</li> <li>Wägen und Volumenmessung,</li> <li>Methoden der Stofftrennung,</li> <li>Stoffmengenbestimmung, Stoffeigenschaften und Stoffidentifikation,</li> </ul>							

<ul> <li>Volumetrie, Gravimetrie, Fällungstitrationen, Säure- Base-Reaktionen, Redox-Titrationen und Komplexometrie</li> </ul>						
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						
Fachsprache der Chemie. Nomenklatur und Protokollführung.						
Seminar zu Allgem. und AnorgChemisches Praktikum 1:  1. Sicherheitsbelehrung,  2. Theorie zu den Praktikumsversuchen  3. Übungen zum Praktikum.						
Praktikumsskript, PowerPoint Präsentation, Tafelbild						
1. Jander Jahr, Maßanalyse, Theorie und Praxis der Titrationen mit chemischen und physikalischen Indikatione z. B. 16. Auflage, Walter de Gruyter, 2002. 2. Jander Blasius, Einführung in das anorganisch-chemischenktikum, 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 SoSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 2	diensemester  Credits  Suordnung Curric  B. Sc. Chemie  B. Sc. Chemische B					
Modul	struktur		•						
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Anorgan	ische Chemie	e 2	V		4	3	45 h	80 h
2	Übung z	u Anorg. Che	mie 2	Ü		1	1	15 h	15 h
			Sui	mm	e	5	4	60 h	95 h
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Guido Cle	ver					
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Anorganischen Chemie						
Sprach	ne		Deutsch						
	setzung gsordnu		Keine						
Empfo Voraus	hlene ssetzunge	en	Physik für Chemiestudierende 1 (MPa), Mathematik für Chemiestudierende 1 (MMa), Modul Allgemeine und Anorganische Chemie 1 (MACa) und Anorganisch-Chemisches Praktikum 1 (MAC1P)						
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ngen	Modulprüfung: Klau Wiederholungsmög	usur, glichkeiten und Turnus gemäß PO.					
6   C   V   L   N			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.						
	gebnisse etenzen	und	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:

- Semesterhälfte: Hauptgruppen
   SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung
   SWS Vorlesung Technische Verfahren und Anwendungen
- Semesterhälfte: Nebengruppen
   SWS Vorlesung Stoffchemie + Übung
   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

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

Modulbezeichnung		Anorganisch-Chemisches Praktikum 2							
Kürzel			MAC2P						
Turnus Dauer jährlich im SoSe 1 Semester			Studiensemester 2		Credits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie		
Modul	struktur								
Nr.	Lehrvera	nstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Anorganis	sch-Chemiscl	nes Praktikum 2	Р		6	7	105 h	75 h
2	Seminar :	zu AnorgCh	em. Praktikum 2	s		3	2	30 h	60 h
			Su	ımm	ne	9	9	135 h	135 h
Modul	verantwor	tlicher	Prof. Dr. Andreas	s Ste	effe	en			
Dozenten			Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.)						
Sprach	ne		Deutsch						
	ssetzunge gsordnun		Erfolgreicher Abschluss der Module MACa und MAC1P						
Empfo Voraus	hlene ssetzunge	n	Solides naturwissenschaftliches Allgemeinwissen der Allgemeinen Hochschulreife.						
Studie /Prüfur	n- ngsleistur	ngen	Studienleistung: Schriftliche Antestate zu den Analyseblöcken.						
			Modulprüfung (unbenotet): Das Lernziel des Praktikums ist erreicht, wenn für die Analysen/Präparate die im Praktikumsskript angegebene Mindestpunktzahl erreicht wurde und alle Versuche/Präparate sinnvoll bearbeitet wurden.						
			Für das Praktikum gilt Anwesenheitspflicht. Aus organisatorischen Gründen können maximal zwei Fehltermine (Attestvorlage) nachgeholt werden, i. d. R. nach dem letzten Praktikumstermin.						
			Wiederholungsm	ögli	chk	eiten ι	ınd Tur	rnus gemäß	PO.
Lernzie	ele		Die Studierenden eignen sich grundlegenden Kenntnissen der qualitativen Analyse und charakteristischer Reaktionen an und können diese sicher anwenden. Die Studierenden						

Lornorgobnicos und	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	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:	<ol> <li>Anorganisch-Chemisches Praktikum 2:         <ol> <li>Qualitative nasschemische Analyse (Kationen- und Anionentrennungsgang) nach Jander Blasius</li> <li>Charakteristische chemische Reaktionen der Übergangsmetalle und Hauptgruppenelemente:</li></ol></li></ol>					
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)					

Tafelbilder, Folien, Arbeitsmaterialien, Praktikumsskript
raioibilaoi, raioii, raboitorilatorianoii, rraittikariookiipt

Modulbezeichnung		Anorganische Chemie 3							
Kürzel			MACc						
Turnus Jährlich SoSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 4	emester Credits Zuordnung Curric B. Sc. Chemie			rriculum		
Modul	struktur		•				<u> </u>		
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Anorgan	ische Chemie	e 3	V		4	3	45 h	80 h
2	Übung z	u Anorganisc	che Chemie 3	Ü		1	1	15 h	15 h
			Su	mm	ie	5	4	60 h	95 h
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Guido Cle	ver					
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Anorganischen Chemie						
Sprach	ne		Deutsch						
	ssetzung gsordnu		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)						
Studie /Prüfu	n- ngsleistu	ngen	Modulprüfung: Klau Wiederholungsmög			iten und	d Turnı	ıs gemäß P	O.
Lernnz	ziele		Die Studierenden erwerben erweiterte Kenntnisse der anorganischen Stoffchemie der Elemente und Verbindung der Haupt- und Nebengruppen und bekommen Einblicke fortgeschrittenem Niveau zu Substanzklassen, Anwendungen und Analysemethoden. Die Studierenden können das erworbene Wissen zur eigenständigen Planuvon Synthesen und analytischer Charakterisierung von Haupt- und Nebengruppenverbindungen anwenden.				oindungen ablicke auf enden a Planung von		
	gebnisse etenzen	und	Durch die erfolgreid Studierenden - fortgeschritt Bindungsve	tene	e Ko	onzepte	e und V	Vissen zu S	Struktur,

## (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
	A. F. Hollemann, E. Wiberg, "Lehrbuch der Anorganischen Chemie", DeGruyter
	3. R. Steudel, "Chemie der Nichtmetalle", DeGruyter
	R. L. DeKock, H. B. Gray, "Chemical Structure and Bonding", University Science Books
	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 Dauer 1 Semester			Studiensemester 2 Cre			edits	B. S	<b>Zuordnung Curriculum</b> B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie		
Modul	struktur									
Nr. Lehrverans			staltung		/p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Grund		ganische Chemie, 1		/	4	3	45 h	75 h	
2		Teil			j	1	1	15 h	15 h	
		Summ	е			5	4	60 h	90 h	
Modul	verantwo	ortliche	JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause							
Dozent	ten		Jprof. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause							
Sprach	ne		Deutsch							
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung			Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Keine							
Studie	n- /Prüfu	ngsleistung	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			<ul> <li>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls können die Studierenden</li> <li>Organische Moleküle fachsprachlich korrekten benennen und in unterschiedliche Verbindungsklassen einordnen.</li> <li>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.</li> </ul>						kten en. Sie dung in esem	

# 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<sub>N</sub>1 vs. S<sub>N</sub>2 (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
- 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)
- 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: igenschaften, 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 Lehrveranstaltung	erfolgt	im	Rahmen	der		

Modulbezeichnung			Organische Chemie 2: Einführung in die Synthesewissenschaft							
Kürzel			MOCb							
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Seme							Credits 5  Zuordnung Curricu B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische B			
Moduls	struktur									
Nr.	Lehrverans			taltung		/p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Einführun	a in die	Synth	thesewissenschaft		/	4	3	45 h	75 h
2	Elliluliluli	g in die	Syriu			j	1	1	15 h	15 h
Summe	9						5	4	60 h	90 h
Moduly	erantwort/	licher	Prof.	. Dr. M. Hiersemar	ın					
Dozent			Prof. Dr. M. Hiersemann							
Sprach	e		Deutsch							
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung			Keine							
Empfol Voraus	hlene setzunger	1	MOCa							
	nleistunge gsleistung		Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO							
St Eig üb zu sy			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.							
			<ul> <li>ach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die udierenden in der Lage,</li> <li>funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen.</li> <li>Stabilität und Reaktivität funktioneller Gruppen vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten.</li> <li>synthesewissenschaftliche Fragestellungen unter Berücksichtigung reaktionsmechanistischer und stereochemischer Aspekte selbstständig zu bearbeiten.</li> </ul>							

	<ul> <li>organisch-chemische Sachverhalte in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln.</li> <li>einfache Synthesen selbstständig zu planen.</li> </ul>
	- eimache Cynthesen seibststandig zu planen.
Inhalt	<ol> <li>einfache Synthesen selbststandig zu planen.</li> <li>Wasserstoffatomsubstitution in Allyl- und Benzylposition: Kohlenstoffradikale</li> <li>Nukleophile Substitution am sp³-Kohlenstoffatom</li> <li>Eliminierung zur C/C-Doppelbindung</li> <li>Additionen an C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>Substitution am Aromaten</li> <li>Substitution am Aromaten</li> <li>Reduktion von Carbonylverbindungen</li> <li>Oxidation am Kohlenstoffatom</li> <li>nukleophile Substitution am Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide</li> <li>Kondensationen mit Aldehyden und Ketonen: Acetale, Imine, Enamine, Oxime, Hydrazone</li> <li>Enole; Mannich-Reaktion; Enolate</li> <li>Enolate; Aldolreaktion</li> <li>Claisen-, Dieckmann- und Knoevenagel-Kondensation</li> <li>Enolate: Michael-Addition und Alkylierung; metallorganische Verbindungen</li> <li>Magnesiumorganyle</li> <li>Lithiumorganyle</li> <li>Lithiumorganyle: Wittig-Reaktion</li> <li>Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Heck-Reaktion</li> <li>Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Kreuzkupplungen</li> <li>Ruthenium-katalysierte Bindungsbildung: Kreuzkupplungen</li> <li>Organokatalyse</li> <li>Einführung in die statische Stereochemie</li> <li>Einführung in die statische Stereochemie</li> <li>Synthese und Selektivität; stereodifferenzierende Synthese</li> <li>Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>Methoden der asymmetrischen Synthese</li> <li>Perizyklische Reaktionen</li> <li>Perizyklische Reaktionen</li> </ol>
	(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
<u> </u>	l .

Modulbezeichnung		Organisch Chemisches Praktikum: Synthesewissenschaftliches Grundpraktikum in der Organischen Chemie								
Kürzel			MOC1P							
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester					edits	B. So	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie			
Modul	struktur									
Nr.		Lehrveranst	altung	Тур		СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		thesewissens raktikum in de			)	9	10	150 h	120 h	
2	2.3.3.4	Chemi		5	3	2	2	30 h	30 h	
Summ	е						12	180 h	150 h	
Modul	verantwort	licher	Prof. Dr. M. Hiersemann							
Dozen	tinnen und	l Dozenten	Dr. D. Tymann, Dr. L. Iovkova, Dr. A. Behler und Assistenten/innen aus dem Lehrbereich Organische Chemie							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzunger Igsordnun		Erfolgreicher Abschluss von MTO, MACa, MAC1P und MOCa							
Empfe	hlungen		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.  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 organischchemischer 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	<ul> <li>Die Studierenden sind in der Lage,</li> <li>Modelle und Konzepte zur Reaktivitätsvorhersage organisch-chemischer Stoffklassen zu unterscheiden, abzuwägen und zu reflektieren.</li> <li>funktionelle Gruppen und Stoffklassen zu erkennen und zu benennen sowie ihre Stabilität und Reaktivität vorherzusagen, zu erklären und zu bewerten.</li> <li>synthesewissenschaftliche Fragestellungen aus dem Blickwinkel der Reaktionsmechanistik, der Stereochemie und der physikalisch-organischen Chemie zu bearbeiten.</li> <li>synthesewissenschaftliche Versuch zu planen, durchzuführen und nachvollziehbar zu dokumentieren, auch unter Berücksichtigung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der TU Dortmund.</li> <li>organisch-chemische Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Bild darzustellen und zu vermitteln.</li> <li>mit Chemikalien im Sinne der Gefahrstoffverordnung umzugehen.</li> <li>Geräte und Installationen sicher und sachgemäß zu betreiben.</li> <li>den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einzuschätzen und entsprechend zu planen.</li> <li>laborgemeinschaftlich zu arbeiten.</li> </ul>
Inhalt	<ol> <li>Grundoperationen</li> <li>Wasserstoffatomsubstitution in Benzylposition:         Radikalische Halogenierung</li> <li>Nukleophile Substitution am sp³-Kohlenstoffatom</li> <li>Additionen an C/C-Doppelbindungen</li> <li>Eliminierungen zu C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>Substitution am Aromaten</li> <li>Reduktion von Carbonylverbindungen</li> <li>Oxidation zu Carbonylverbindungen</li> <li>nukleophile Substitution am         Acylcarbonylkohlenstoffatom: Ester und Amide</li> <li>Kondensationen mit Ketonen: Ketale, Enamine,         Ketoxime</li> <li>Enole: Mannich-Reaktion</li> <li>Enolate: Aldol-Reaktion</li> </ol>

	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 Semes	ster	Studiensemester 5 Credits			edits	Example 2		
Moduls	struktur									
Nr.		Lehrve	rans	staltung	Ту	/p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Mo	thodon u	nd M	loohoniomon	١	/	3	2	30 h	60 h
2	ivie	ouem u	. IU IV	l Mechanismen		j	1	1	15 h	15 h
Summe	9						4	3	45 h	75 h
Moduly	/erantwo	rtlicher	JPr	JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause						
Dozent			JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause							
Sprach	e		Deutsch							
	setzunge gsordnu		Keine							
Empfol Voraus	hlene setzunge	en	Erfolgreicher Abschluss von MOCa, MOCb und MOC1P							
	nleistung gsleistur		Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO							
		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	I		MPCa							
Turnu: jährlich	_	Dauer 2 Semester			Credits 9		B. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie		
Modul	struktur					_				
Nr.	Lehrvei	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Physika	lische Chemie	e 1	V		3	2	30 h	60 h	
2	Übunge	n zu Physikali	ische Chemie 1	Ü		1	1	15 h	15 h	
3	Physika	lische Chemie	e 2	V		4	3	45 h	75 h	
4	Übunge	n zu Physikali	ische Chemie 2	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Summe			9	7	105 h	165 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik							
Dozen	it(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff							
Spracl	he		Deutsch							
	ssetzung าgsordทเ	•	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	<ul> <li>Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</li> <li>ihre Kenntnisse der Grundlagen der physikalischchemischen Denk- und Arbeitsweise sicher in Theorie und Praxis einzusetzen.</li> <li>vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Planung, Steuerung, Durchführung und Auswertung von chemischen Reaktionen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden.</li> <li>erworbenes theoretische Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>				
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:  lonentransport 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, HJ. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		Physikalisch-Chemisches Praktikum 1							
Kürze	I		MPC1P						
<b>Turnu</b> jährlich		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemest	er	Cr 6	redits		rdnung Cu c. Chemie	rriculum
Modul	struktur								
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium
1	Physika	llisch-chemisch	es Praktikum 1	Р		5	5	75 h	75 h
2	Semina	r zum Praktikur	n 1	s		1	1	15 h	15 h
			Sumi	ne		6	6	90 h	90 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. C. Czes	slik					
Dozen	Dozent(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff						
Sprac	Sprache		Deutsch						
	ssetzunç าgsordnı	gen nach ung	Erfolgreicher Abschluss der Module MTO und 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						s PO. e. steht das und ann. Im durch inen	

Lernziele  Im Praktikum MPC1P erternen die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Arbeitstechniken und können den Stoff der Vorfesungen 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 Vermittellte Grundlagen der physikalischchemischen 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 - Innenleitfähigkeiten - Überführungszahien  2. Chemische Kinetik: - Methode der Anfangsgeschwindigkeiten - Integrationsmethode - Arrhenius-Gesetz  Seminar zum Praktikum: - Sichheheitsbelehrung - Arbeiten im Labor		
- 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 gelemt, 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	Lernziele	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
<ul> <li>1. Gase und Transportphänomene: <ul> <li>Ideale und reale Gase</li> <li>Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten</li> <li>Ionenleitfähigkeiten</li> <li>Überführungszahlen</li> </ul> </li> <li>2. Chemische Kinetik: <ul> <li>Methode der Anfangsgeschwindigkeiten</li> <li>Integrationsmethode</li> <li>Arrhenius-Gesetz</li> </ul> </li> <li>Seminar zum Praktikum: <ul> <li>Sicherheitsbelehrung</li> </ul> </li> </ul>		<ul> <li>vermittelte Grundlagen der physikalischchemischen Denk- und Arbeitsweise, welche bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion benötigt werden, sicher praktisch anwenden.</li> <li>theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen nutzen.</li> <li>Problemstellungen in experimentelle Apparaturen umsetzen.</li> <li>grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>den Zeitbedarf für die Durchführung einfacher Laborversuche einschätzen und Versuchsdurchführungen entsprechend planen.</li> <li>eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> <li>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</li> </ul>
<ul> <li>Ideale und reale Gase</li> <li>Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten</li> <li>Ionenleitfähigkeiten</li> <li>Überführungszahlen</li> </ul> 2. Chemische Kinetik: <ul> <li>Methode der Anfangsgeschwindigkeiten</li> <li>Integrationsmethode</li> <li>Arrhenius-Gesetz</li> </ul> Seminar zum Praktikum: <ul> <li>Sicherheitsbelehrung</li> </ul>	Inhalt	Praktikum:
- Sicherheitsbelehrung		<ul> <li>Ideale und reale Gase</li> <li>Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten</li> <li>Ionenleitfähigkeiten</li> <li>Überführungszahlen</li> </ul> 2. Chemische Kinetik: <ul> <li>Methode der Anfangsgeschwindigkeiten</li> <li>Integrationsmethode</li> </ul>

	<ul> <li>Fehlerrechnung</li> <li>Einführung in Excel und Origin</li> <li>Grundlagen der Praktikumsversuche</li> </ul>
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, HJ. 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.

Modul	Modulbezeichnung		Physikalische Chemie 3						
Kürze	I		MPCb						
Turnu: jährlich	_	<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemeste 4	er Credits		B. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie		
Modul	Istruktur								
Nr.	Lehrvera	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium
1	Physikali	sche Chemie	3	V		4	3	45 h	75 h
2	Übunger	ı zu Physikalis	che Chemie 3	Ü		1	1	15 h	15 h
			Summ	ie		5	4	60	90
Modul	lverantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. C. Czesl	ik					
Dozen	nt(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff						
Sprac	he		Deutsch						
	ssetzunge ngsordnu		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.						
Studie /Prüfu	en- Ingsleistu	ngen	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.						
Lernziele		Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der der Quantentheorie, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Molekülspektroskopie 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 Quantentheorie, des Atom- und Molekülaufbaus sowie der Molekülspektroskopie sowohl theoretisch als auch hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung sicher zu beherrschen.						der ülaufbaus ıl	

	<ul> <li>vermittelte theoretische Werkzeuge bei der Synthese und Analyse molekularer Verbindungen in Forschung, Entwicklung und Produktion sicher anzuwenden.</li> <li>erworbenes theoretische Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> <li>grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>				
Inhalt	<ul> <li>1. Quantentheorie</li> <li>- Teilchen-Welle-Dualismus,</li> <li>- Experimente zur Quantentheorie,</li> <li>- Heisenberg'sche Unschärferelation,</li> <li>- Schrödinger-Gleichung,</li> <li>- Teilchen im Kasten,</li> <li>- starrer Rotator,</li> <li>- harmonischer Oszillator.</li> </ul>				
	<ul> <li>2. Atom- und Molekülaufbau</li> <li>Wasserstoffatom,</li> <li>Elektronenspin,</li> <li>Mehrelektronenatome,</li> <li>HF-SCF-Methode,</li> <li>Aufbau des Periodensystems,</li> <li>Termsymbole</li> <li>Wasserstoffmolekül-lon,</li> <li>kleine Moleküle,</li> <li>LCAO-Methode,</li> <li>lokalisierte Molekülorbitale und Hybridorbitale,</li> <li>Hückel-MO-Methode</li> <li>Computersimulationsmethoden.</li> </ul>				
	<ul> <li>3. Spektroskopie</li> <li>Elektrische Eigenschaften der Materie,</li> <li>theoretische Behandlung der Wechselwirkung von Licht mit Molekülen,</li> <li>Rotations- und Schwingungsspektroskopie</li> <li>Elektronenschwingungsspektroskopie</li> <li>NMR- und ESR-Spektroskopie</li> </ul>				
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, HJ. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		Physikalisch-Chemisches Praktikum 2								
Kürzel			MPC2P							
Turnus Dauer jährlich 1 Semester			Studiensemeste 4	er	<b>C</b> r	edits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie		
Modulstruktur										
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium	
1	Physikal	isch-chemisch	es Praktikum 2	Р		7	7	105 h	105 h	
			Sumn	ne		7	7	105 h	105 h	
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. C. Czesl	ik						
Dozen	t(in)		Prof. Dr. R. Winte Prof. Dr. C. Czesl							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzung Igsordnu		Erfolgreicher Abs	chlu	ISS	des M	oduls N	ITO und M	/AC1P.	
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.							
Lernnz	ziele		Im Praktikum MPC2P erlernen die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Arbeitstechniken und							

Lernergebnisse und Kompetenzen	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.  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	<ol> <li>Thermodynamik:         <ul> <li>Kalorimetrie</li> <li>Dampfdruck von Flüssigkeiten</li> <li>Wärmekapazitäten von Gasen und Feststoffen</li> <li>Zustandsfunktionen</li> </ul> </li> <li>Grenzflächen und Kolloide:         <ul> <li>Adsorptionsisothermen</li> <li>Grenzflächenspannung</li> <li>Mizellbildung</li> <li>Polymermassen</li> </ul> </li> <li>Elektrochemie:         <ul> <li>Überführungszahlen</li> <li>EMK</li> </ul> </li> <li>Struktur der Materie:         <ul> <li>Elektronen-Schwingungsspektroskopie</li> <li>Molekulare Potenzialfunktionen</li> </ul> </li> </ol>
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Videofilme.

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, HJ. 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.

Modul	bezeichn	ung	Physikalische Chemie 4						
Kürzel			MPCc						
Turnus Dauer jährlich 1 Semester			Studiensemester 5	,	Credits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie		
Modul	struktur								
Nr.	Lehrver	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Physika	lische Chemie	4	V		3	2	30 h	60 h
2	Übunge	n zu Physikali	sche Chemie 1	Ü		1	1	15 h	15 h
			Sumr	ne		4	3	45 h	75 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. C. Czesl	lik					
Dozen	t(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. Kasanmascheff						
Sprach	ne		Deutsch						
	setzung gsordnu	en nach ing	Keine						
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb						
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ıngen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.						
Lernziele			Die Studierenden erwerben im Modul MPCc grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik 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 Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik sowohl theoretisch als auch hinsichtlich ihrer 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.						

	<ul> <li>grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen.</li> <li>eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> </ul>							
Inhalt	Statistische Beschreibung der Materie - Grundlagen und Anwendungen in Chemie und Biowissenschaften:							
	<ol> <li>Grundlagen der statistischen Mechanik:</li> <li>Ensembletheorie,</li> <li>Boltzmannverteilung,</li> <li>Zustandssummen,</li> <li>Zusammenhang mit thermodynamischen Größen,</li> <li>Gleichverteilungssatz.</li> </ol>							
	<ul> <li>2. Grundlagen der Quantenstatistik:</li> <li>Molekülzustandssumme</li> <li>Systeme aus ununterscheidbaren Teilchen,</li> <li>Maxwell-Boltzmann-, Fermi-Dirac- und Bose- Einstein-Statistik.</li> </ul>							
	<ul> <li>3. Anwendungen der statistischen Thermodynamik:</li> <li>Berechnung chemischer Gleichgewichte,</li> <li>Absolutberechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten,</li> <li>reale Gase,</li> <li>Flüssigkeiten,</li> <li>Wärmekapazität von Festkörpern,</li> <li>Computersimulationsmethoden (Molekulardynamikund Monte Carlo-Verfahren).</li> </ul>							
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, HJ. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.							

Modulbezeichnung		Methoden der Strukturaufklärung im Festkörper (AC) und in Lösung (OC)								
Kürzel			MMAO							
Modulniveau			Vertiefungsverar	nsta	ltur	ng				
Turnus jährlich im SoSe  Dauer 1 Semester				r Credits		B. S	rdnung Cui c. Chemie c. Chem. Bi			
Modul	struktur									
Nr.	Lehrvera	ınstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		n der Struktura er (AC) und in		٧		2	2	30 h	30 h	
Übung zu Methoden de 2 Strukturaufklärung im F und in Lösung (OC)				Ü		2	2	30 h	30 h	
			Sur	nm	е	4	4	60 h	60 h	
Modul	verantwor	tliche(r)	PD Dr. U. Zachwieja							
Dozen	t(in)		PD Dr. U. Zachwieja (AC), Dr. Hiller (OC)							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzunge ngsordnun		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunge	en	Erfolgreiche Teilnahme an den Vorlesungen der Mathematik und Physik sowie solide Grundkenntnisse in Anorganischer und Organischer Chemie.							
Studie /Prüfu	n- ngsleistur	ngen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Im ersten Teil des Moduls erwerben Studierenden grundlegende Kenntnisse über den Aufbau und die Symmetrie von Festkörpern und grundlegendes Verständnis der Strukturbestimmung und den Eigenschaften von Festkörpern.							
		Im zweiten Teil des Moduls MMAO erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Strukturaufklärung in Lösung mittels moderner NMR-spektroskopischer Methoden unter Zuhilfenahme weiterer Analysemethoden (IR-, UV-Spektroskopie, Massenspektrometrie und Flüssigchromatographie).					weiterer			

# 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 (IR, UV, MS) – 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 Röntgenund Neutronenstrahlung 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 mit dem Programm Poudrix
- 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 dem Programm 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. Berechnungen mit dem Programm Poudrix (Intensitäten und Formen der Reflexe)
- 4. Anwendungsbeispiele der Neutronenbeugung
  - Untersuchung von Dynamik und Wasserstoffbrückenbindungen im Festkörper
  - Untersuchung von Magnetstrukturen

## Strukturaufklärung in Lösung

- 1. Allgemein
  - Grundlagen der NMR-Spektroskopie
  - <sup>1</sup>H- und <sup>13</sup>C-NMR, ein- und zweidimensionale NMR-Verfahren
  - chemische Verschiebung
  - Integration, Kernspinkopplung
  - NMR und Strukturaufklärung
  - Infrarotspektroskopie und Struktur
  - Grundlagen der Massenspektroskopie, HPLC
- 2. NMR-Spektroskopie
  - Grundlagen der NMR (stationäres Magnetfeld, hochfrequentes Magnetfeld, Kernspin, Dipolmoment, Energie, Resonanzbedingung, Signal der freien Induktion)
  - Vektormodell, Operatormodell
  - Chemische Verschiebung
  - Signalintensität
  - Direkte und indirekte Kopplung
- 3. <sup>1</sup>H-NMR:
  - allgemeine Klassifizierung der chem.
     Verschiebungen
  - Lösungsmittel
  - Alkane, Alkene, Alkine, Aromate Aldehyde, Amine, Säuren

	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: Kernoverhausereffekt (NOE), Homo- und Heteronukleare Kopplungen zu Protonen  4. ¹³C-NMR:  allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen  Lösungsmittel  Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde, Amine, Säuren  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 ¹³C-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, J-Resolved, HMQC, HSQC, HMBC zur umfangreichen und eineindeutigen Strukturzuordnung  Selektive Anregung als Vergleich zur zweidimensionalen NMR					
	Sonstige Methoden:					
	grundlegende Zusammenhänge von					
	Infrarotspektroskopie und Struktur, 2. Grundlagen der Massenspektrometrie,					
	UV-VIS-Spektroskopie und HPLC					
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien, Anschauungsmaterial: Röntgenfilme, Röntgenkameras, Röntgenröhren, Goniometerköpfe, Kristalle. Führung durch das NMR-Labor.					
Literatur	Strukturbestimmung im Festkörper: - Harald Krishner, Einführung in die Röntgenfein- strukturanalyse, Vieweg 1990					

- International Tables for Crystallography Volume A1, Springer Netherlands 2004.

## 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
- H.Budzikiewicz, M.Schäfer, Massenspektrometrie, Wiley-VCH, 2005,
- W.Lehmann, Massenspektrometrie in der Biochemie,
   Spektrum Akademischer Verlag, 1996
- K.Kaltenböck, Chromatographie für Einsteiger, Wiley-VCH, 2008
- S.Lindsay, Einführung in die HPLC, Vieweg, 1996,
- G.Eppert, Flüssigchromatographie, Vieweg, 1996
- Buddrus, Grundlagen der Organ. Chemie, de Gruyter, 2003

Modull	Modulbezeichnung		Praktikum Synthesen und Methoden (AC/OC)							
Kürzel			MMAO1P							
Turnus jährlich im SoSe Dauer 1 Semester		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemest	er	Cr 8	edits		dnung Cur	riculum	
Modulstruktur										
Nr. Lehrveranst			altung	Ту	/p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1				F	>	5	8	120 h	30 h	
2	Praktikur	m Synthesen (AC/OC	und Methoden )	Ü	j	1	1	15 h	15 h	
3				5	3	2	1	15 h	45 h	
Summe						8	10	150 h	90 h	
Modul	verantwortl	iche(r)	JProf. Dr. M. M.	Har	nsm	ann/Pr	of. Dr.	N. Krause		
Dozent	t(in)		Hochschullehrende der Anorganischen oder Organischen Chemie							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzungen gsordnung		Erfolgreicher Abschluss von MTO, MAC1P, MOCa und MOC1P							
Empfo Voraus			Teilnahme an MMAO Erfolgreicher Abschluss von MOCb							
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							

Lernziele	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.  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:	<ol> <li>Wiederholung und Vertiefung synthesewissenschaftlicher Arbeitstechniken</li> <li>Planung, Durchführung und Dokumentation mehrstufiger Syntheseprojekte mit anorganisch-</li> </ol>					

	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 (¹H, ¹³C, ³¹P, ¹¹F, ¹¹¹Sn, ²³Si, ¹³5Pt)				
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, (Online)-Skript, spezifische Online-Datenbanken (sciFinder, Reaxys)				
Literatur	begleitendes (Online-)Skript, aktuelle Originalliteratur, weitere Literaturempfehlung im Rahmen der Lehrveranstaltung				

Modul	bezeichn	ung	Angewandte Analytische Chemie							
Kürzel			MAAC							
Turnus jährlich im WS Dauer 1 Semester					Credits 4		B. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Angewa	ndte Analytisc	che Chemie	V		3	2	30 h	45 h	
2	Angewa	ndte Analytisc	che Chemie	Ü		1	1	15 h	30 h	
			Sum	nme	)	4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Dr. Sebastian Züh	ılke						
Dozen	t(in)		Dr. Sebastian Zühlke							
Sprack	ne		Deutsch							
	ssetzung Igsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Solide Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie							
Studie /Prüfu	n- ngsleistu	ıngen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO							
Lernzi	ele		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.							
					Chemie menteller reich (je					

Inhalt	<ol> <li>Grundlagen der analytischen Chemie</li> <li>Methodenvalidierung</li> <li>Techniken zur Probenvorbereitung und Analytseparation (GC, LC, SFC, DC, IC)</li> <li>Detektoren für GC (FID, PND, ECD, MS) und HPLC (DAD, Fluoreszenz, RI, ELSD, MS)</li> <li>Analyse leichtflüchtiger Verbindungen (Headspace, PAT)</li> <li>Metallbestimmung (AAS, AES, ICP-MS),</li> <li>Probenahme</li> <li>Anreicherungstechniken (LLE, SPE, SPME, FFE),</li> <li>Planung sowie Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer instrumenteller Bestimmungen</li> <li>statistische Betrachtungen</li> </ol>
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	<ul> <li>Matthias Otto: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2019</li> <li>Schwedt, Schmidt, Schmitz: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2017</li> <li>Ulf Ritgen: Analytische Chemie I + II, Springer-Verlag, 2019</li> <li>HJ. Hübschmann: Handbook of GC/MS, Wiley-VCH, 2009</li> <li>Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007</li> <li>Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-Verlag GmbH, Eschborn, 2008</li> </ul>
Aktualisierung	12.04.2022

Modulbezeichnung		Statistische Methoden							
Kürzel		MSM							
Turnus Jährlich WiSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 5	er Credits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie			
Modul	struktu	r							
Nr. Lehrveranstaltung			-		ур	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Statist	ische Methoden	r	V		3	2	30 h	60 h
2	Übung	zu Statistische	Methoden	Ü		1	1	15 h	15 h
			Sui	mr	ne	4	3	45 h	75 h
Modul	verantv	vortliche(r)	N.N.						
Dozen	t(in)		N.N.						
Sprach	ne		Deutsch						
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung			Keine						
Empfohlene Voraussetzungen			Mathematikvorlesungen MMa und MMb, Biochemie und Molekularbiologie (MBCa)						
Studien-/Prüfungsleistun- gen			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			<ul> <li>Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage,</li> <li>eigenständig chemische Daten zu prozessieren, zu analysieren und zu interpretieren.</li> <li>wesentliche Konzepte der grafischen Darstellung von Daten zu erklären und anwenden zu können.</li> <li>angemessene Kennzahlen und Verfahren zur Charakterisierung von empirischen Daten auszuwählen und berechnen zu können.</li> </ul>						

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	<ol> <li>https://ipython.readthedocs.io</li> <li>https://jupyterlab.readthedocs.io/</li> <li>http://www.rdkit.org/docs/index.html</li> <li>Heddrich, Sachs, Angewandte Statistik, 17. Auflage, Springer (als e-Book im TUDO VPN verfügbar)</li> </ol>			

Modulbezeichnung		Biochemie und Molekularbiologie							
Kürzel	Kürzel		MBCa						
Turnus jährlich WiSe		Dauer 1 Semester	Studiensemester 5 Cred 4		redits	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologi			
Modul	struktur								
Nr. Lehrveranstaltung			Тур		р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- Studium
1	Biochen	nie und Molek	ularbiologie	V		3	2	30 h	60 h
2		zu Biochemie arbiologie	und	Ü		1	1	15 h	15 h
			Su	mm	ie	4	3	45 h	75 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. D. Rauh						
Dozent(in)			Hochschullehrende der Chemischen Biologie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)						
Sprache			Deutsch						
Voraussetzungen nach Keir 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							
			einordnen - Zusammer	chei und nhäi und	n S I erl nge dei	toffklas klären. bioch ren Ge	ssen für emisch meinsa	ten der r lebende S er Reaktion ımkeiten un	en

	,			
	<ul> <li>vermitteltes theoretisches Wissen verallgemeinern und Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen entwickeln.</li> <li>erworbenes Wissen über biochemische/molekularbiologische Methoden eigenständig auf neue Fragen anwenden.</li> <li>Bedeutung der Biochemie und Molekularbiologie bzgl. der Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin selbstständig bewerten.</li> </ul>			
Inhalt	<ol> <li>Biomoleküle         <ul> <li>Wasser, Aminosäuren, Peptide, Proteine</li> <li>Faltung von Proteinen, dreidimensionale Struktur, Hämoglobin</li> <li>Zucker und Polysaccharide, Lipide und Lipidmembranen</li> <li>Nukleinsäuren (DNA, RNA)</li> </ul> </li> <li>Mechanismus der Enzymwirkung         <ul> <li>Enzyme</li> <li>Enzyme</li> <li>Enzymatische Katalyse</li> </ul> </li> <li>Fluss der genetischen Information</li> <li>Grundlagen der Replikation</li> <li>Transkription, Translation</li> <li>Proteintransport und posttranslationale Modifikationen</li> <li>Klonierung</li> <li>Heterologe Proteinexpression</li> <li>Viren und Phagen</li> <li>Arbeitsmethoden</li> <li>Aufreinigung von Nukleinsäuren und Proteinen;</li> <li>Spektroskopie von Biomolekülen</li> <li>Chromatographie und Elektrophorese</li> <li>Nukleinsäure- und Proteinanalytik</li> <li>Gentechnische Methoden</li> <li>Sequenzierungstechniken</li> </ol>			
Medienformen	- Antikörpervielfalt und monoklonale Antikörper  Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend) Tafelbilder, Folien			
Literatur	<ul> <li>B. Alberts et al. (2003) Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH.</li> <li>J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tomyczko (2007) Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag.</li> </ul>			

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung mit Forschungsvorträgen								
Kürzel			MWVF							
Turnus Dauer 2 Semester Semester		Studiensemester B. Sc. 5 und 6		Credits 8		1  -	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie			
Modul	struktur									
Nr. Lehrveranstaltung			Ту		р	СР	SWS	Präsenz- zeit (h)	Eigen- studium (h)	
1		chtvorlesung nplan (s.u. "Inh		V		3	2	30	60	
2		zu Wahlpflicht ındenplan	vorlesung aus	Ü		1	1	15	15	
3			je an der Fakultät nische Biologie	V/S	V/S		2	30	90	
			Summe		)	8	5	75	165	
Modul	verantwo	ortliche(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 Forschungsvorträge Fakultät für Chemie und Chemische Biologie (GDCh Vorträge, Kolloquien der Lehrbereiche (siehe Vortragsankündigungen auf der Fakultätswebseite); Forschungsvorträge auf Antrag möglich). Es wird en 5 Vorträge pro Semester zu besuchen. Bewertung abestanden (unbenotet), wenn der Besuch von 10 Forschungsvorträgen bescheinigt ist.				GDCh- eite); andere rd empfohlen, ung als						

	Modulobooblugge Poogheinigung der Studienleietung und
	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,
	<ul> <li>sich mit unterschiedlichen Forschungsgebieten von anderen Universitäten auseinanderzusetzen und in das Gesamtgebiet der Chemie bzw. Chemischen Biologie kritisch einzuordnen.</li> <li>Forschungsansätzen und Forschungsfragen zu analysieren und die gewonnenen Erkenntnisse für eigene Forschungsvorhaben zu nutzen.</li> <li>wissenschaftlichen Vorträgen kritisch zu folgen und sie zu vergleichen.</li> <li>englischsprachige Fachvorträge zu verstehen.</li> <li>wissenschaftliche Sachverhalte in Wort und Bild.</li> <li>wissenschaftliche Themen fachsprachlich angemessen mit Wissenschaftlern zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul>
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	-

Moduli	bezeichn	ung	Wahlpflichtvorlesung Metallorganische Chemie und Reaktionsmechanismen							
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich		Dauer 1 Semester	Studiensemester B.Sc.: 5 oder 6 M.Sc.: 1 bis 4	r 6		redits	B. So B. So M. S Fa Sc M. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie, M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC		
Modul	struktur					Γ			1	
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		ganische Che nsmechanism		V		3	2	30	60	
2		u Metallorgar ktionsmecha	nische Chemie nismen	Ü		1	1	15	15	
			Su	ımme 4		4	3	45	75	
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen							
Dozen	t(in)		Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen							
Sprach	ne		Englisch							
	ssetzung Igsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Grundlagen der anorganischen und Koordinationschemie, Grundkenntnisse in organischer und physikalischer Chemie							
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ngen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Reaktionsmechanismen von übergangsmetallorganischen Verbindungen sowie über deren Anwendung in stöchiometrischen und homogenkatalytischen Syntheseplanungen.							
	gebnisse etenzen	und	Nach dem erfolgre Studierenden in de - grundlegende v und sterischen	r La ⁄ern	age nitte	, elte Pri	nzipien	zu elektror	nischen	

	wichtiger Reaktionsmechanismen koordinierter Liganden sowie zu bedeutenden metallvermittelten Reaktionsmechanismen zu erläutern.  - stöchiometrische metallorganische Reaktionen und homogenkatalytische Reaktionszyklen unter Beachtung kinetischer und thermodynamischer Aspekte zu analysieren, vorherzusagen und zur eigenen Syntheseplanung zu nutzen.  - Synthesen metallorganischer und organischer Produkte mit Hilfe von Übergangsmetallkomplexen als stöchiometrische Reagenzien oder als homogene Katalysatoren, bei gezielter sterischer und elektronischer Kontrolle durch angemessene Auswahl der eingesetzten Liganden und Metallzentren, zu planen.  - kinetischen und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen zu analysieren und für erfolgreiche Prozessführungen z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie anzuwenden.
Inhalt	<ol> <li>Wiederholung wichtiger Aspekte der Koordinationschemie</li> <li>Bindungsmodi und -stärken sowie Reaktionen wichtiger dativer und kovalenter Liganden (CO, Phosphane, H<sub>2</sub>, sigma-Komplexe, Hydride, Alkyle, pi- Liganden, Carbene)</li> <li>Reaktionsmechanismen: Kinetik und Thermodynamik von Substitutionsreaktionen, oxidativer Addition/reduktive Eliminierung, alpha-/beta-/gamma- Eliminierungen, migratorischer Insertion, sigma- Bindungsmetathese, nukleophiler und elektrophiler Addition/Abstraktion an Liganden</li> <li>Grundlagen der metallorganischen Katalyse: Energetik, Kinetik, Reaktionsprofile, Übergangszustände, Resting States, Selektivitäten, Curtin-Hammett-Prinzip</li> <li>Beispielhafte Anwendungen: H<sub>2</sub>-/C-H-Aktivierung, Olefinpolymerisation, Hydrofunktionalisierungen z. B. Hydroformylierung, Hydrogenierung, Metathese, Kreuzkupplungen</li> </ol>
Medienformen	Tafel, Powerpointpräsentation
Literatur	1. R. H. Crabtree, "The organometallic chemistry of the transition metals", Wiley VCH, Weinheim, 6. Auflage 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)

Modull	bezeichn	ung	Wahlpflichtvorlesung Molecular Photophysics and Photochemistry							
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich			Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC							
Moduls	struktur									
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Molecula Photoch	ar Photophysi emistry	cs and	٧		3	2	30	60	
2	Übung z Photoch		Photophysics and	Ü		1	1	15	15	
			Su	Summe		4	3	45	75	
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen							
Dozent	t(in)		Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen							
Sprach	ne		Englisch, Deutsch							
	setzung gsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Grundlagen der anorganischen und Koordinationschemie, Grundkenntnisse in organischer und physikalischer Chemie							
Studie /Prüfur	n- ngsleistu		Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Anwendung im Design molekularer Emitter für OLEDs, für Imaging und dem Bereich photochemischer Reaktionen					wie deren DLEDs, für Reaktionen sfer. Nach		
	gebnisse etenzen	und	Nach dem erfolgrei Studierenden	che	n A	Abschlu	ıss des	Moduls kör	nnen die	

	1
	<ul> <li>Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände, grundlegende Device-Prozesse, photophysikalische Prozesse in Molekülen, Energieund Elektronentransfers sowie grundlegende spektroskopische Methoden erklären, analysieren und zum Emitterdesign bzw. zur photochemischen Syntheseplanung nutzen.</li> <li>angeregten Zustände von organischen und metallorganischen Verbindungen analysieren und für die gezielte Modifikation von Lumineszenzeigenschaften verwenden.</li> <li>geeignete Emitterkandidaten für technische Anwendungen auswählen.</li> <li>Syntheseplanung organischer Produkte mit Hilfe von Elektronen- oder Energietransferreaktionen, primär initiiert von Übergangsmetallkomplexen, erfolgreich durchführen.</li> <li>kinetische und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen analysieren und erfolgreich für die Prozessführung z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie einsetzen.</li> </ul>
Inhalt	<ol> <li>Wiederholung wichtiger Aspekte der physikalischen Chemie und Spektroskopie</li> <li>Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände</li> <li>Natur des Lichts</li> <li>Potentialflächen</li> <li>Lichtabsorption, Lambert-Beer-Gesetz, Auswahlregeln</li> <li>Franck-Condon-Prinzip</li> <li>Intersystem-Crossing, Spin-Bahn-Kopplung (El-Sayed)</li> <li>Fluoreszenz, Phosphoreszenz, TADF, zirkular polarisierte Lumineszenz</li> <li>Strahlungslose Desaktivierung, Energielücken-Gesetz</li> <li>Energietransfer, Elektronentransfer, Marcus-Hush- Theorie, konische Durchschneidungen, Photoredox- Prozesse</li> <li>Aufbau und Funktionsweise von LEDs und Solarzellen</li> <li>Exzitonen, Plasmonenresonanz</li> <li>Triplett-Triplett-Annihilierung, Singlet-Fission</li> <li>Photokatalyse</li> <li>photodynamische Therapie</li> </ol>
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentation
Literatur	8. N.J. Turro, V. Ramamurthy, J.C. Scaiano, "Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules", University Science Books, U.S., 2010 (ISBN: 978-1891389252) – oder gleichwertige Ausgaben.

- 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, 5. Auflage, 2010 (ISBN: 978-0387312781)
   P.W. Atkins, "Physikalische Chemie", Wiley-VCH, Weinheim, 5. Auflage, 2013 (ISBN: 978-3-527-33247-2)
  - oder gleichwertige Ausgaben.
    12. Ausgewählte aktuelle Literatur (Bekanntgabe während der Vorlesung)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Bioanorganische Chemie								
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich SoSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 6	er Credits 4		B. S B. S M. S	Zuordnung Curriculun B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie M.Sc. Chemische Biologie			
Modul	struktur									
Nr.	Lehrvera	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Bioanorg	ganische Che	mie	٧		3	2	30	60	
2	Übung z	u Bioanorgan	ische Chemie	Ü		1	1	15	15	
			Summe 4			3	45	75		
Modul	verantwo	rtliche(r)	Prof. Dr. Guido Clever							
Dozen	t(in)		Prof. Dr. Guido Clever und Mitarbeitende							
Sprack	ne		Deutsch							
	ssetzunge Igsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunge		Solide Grundlagen der anorganischen Chemie und der Koordinationschemie sowie Grundkenntnisse in Biochemie							
Studie /Prüfu	n- ngsleistu		Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			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.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			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.							

Inhalt	<ul> <li>die Funktion von Metallen in biologischen Prozessen im Hinblick auf mechanistische Aspekte beschreiben zu können.</li> <li>die erworbenen Grundkenntnisse medizinischen/biologisch-diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen sicher anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren zu können.</li> <li>das vermittelte theoretische Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.</li> <li>Essentielle Elemente</li> <li>Biomoleküle als Liganden von Metallionen</li> <li>Metalloproteine (Transport, Regulierung, Lagerung von Metallionen)</li> <li>Elektronentransferproteine</li> <li>Sauerstofftransport und Sauerstoffaktivierung</li> <li>Stickstoff-Aktivierung</li> </ul>					
	<ul><li>7. Hydrolasen</li><li>8. Toxizität von Metallen</li><li>9. medizinische und diagnostische Anwendungen</li><li>10. Bio-Nanotechnologie</li></ul>					
Medienformen	Tafel, Powerpointpräsentation					
Literatur	1. W. Kaim, B. Schwederski "Bioanorganische Chemie", Vieweg + Teubner: Stuttgart (5. Auflage 2012, ISBN: 9783834806345) 2. HB. Kraatz, N. Metzler-Nolte "Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry", Wiley-VCH: Weinheim (1. Auflage 2006, ISBN: 9783527313051)					

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Nichtmetallchemie								
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich		Dauer 1 Semester	Studiensemester B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4			edits	B. So B. So M. S Fa Sc M. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- Zeit	Eigen- studium	
1	Nichtme	etallchemie		V		3	2	30	60	
2	Übung z	zu Nichtmetall	chemie	Ü	Ü 1		1	15	15	
			Summe 4				3	45	75	
Modul	verantwo	ortlicher	Prof. Dr. C. Strohmann							
Dozen	t		Prof. Dr. C. Strohmann							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzung gsordni	gen nach ung	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	jen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie							
Studien- /Prüfungsleistungen			Teilleistung 1 (Prüfung): Klausur oder mündliche Prüfung (50% der Gesamtmodulnote), Teilleistung 2 (Vortrag): benoteter Vortrag (50% der Gesamtmodulnote), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			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.							

## Lernergebnisse und Kompetenzen

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.

## Inhalt

## Vorlesung

- 1. Trends der Nichtmetalle im PSE
- Konzepte zur Beschreibung und Analyse der Bindung und Struktur von Nichtmetallverbindungen (u. a. VSEPR-Modell, VB-Theorie, MO-Theorie, "Computational Chemistry").

	<ol> <li>Spezielle Arbeitstechniken im Bereich der Nichtmetallchemie (u. a. Matrixisolationstechnik)</li> <li>Besprechung der Chemie ausgewählter Elemente und deren Verbindungen aus dem Bereich der Nichtmetalle.</li> <li>Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Nichtmetallchemie (u.a. Hypervalenz, Ozonproblematik, Sauerstoff und Stickstoff in Organismen und Pflanzen, toxische Phosphor- Verbindungen)</li> </ol>					
	<b>Übung</b> Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der Vorlesung.					
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentationen, Originalpublikationen					
Literatur	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.					

Modul	Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Functional Coordination Networks							
Kürzel			MWV							
		Dauer 1 Semester	Studiensemester B. Sc. 5 oder 6 M. Sc.1 bis 4	ter		redits	Zuordnung Curriculum B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M.Sc. Chemische Biologie Fach: SoC			
Modul	struktur					•				
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Function	nal Coordinati	on Networks	V		3	2	30 h	60 h	
2	Übung : Network	zu Functional ks	Coordination	Ü		1	1	15 h	15 h	
	1		Summe			4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. Sebastian Henke							
Dozen	t(in)		Prof. Dr. Sebastian Henke und Mitarbeiter/innen							
Sprach	пе		Englisch							
	ssetzung เgsordnเ	gen nach ung	keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunç	jen	Grundkenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie							
Studien- /Prüfungsleistungen			Teilleistung Vortrag (25 %): Vortrag mit Diskussion Teilleistung Prüfung (75 %): Klausur oder mündliche Prüfung Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.							
Lernziele			Die Studierenden erweiteren ihre Kenntnisse im Bereich der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten, Funktionalisierung und relevanter analytischer Methoden zur Charakterisierung von porösen anorganisch-organischen Festkörpermaterialien. Der besondere Fokus liegt hierbei auf Koordinationsnetzwerken und Koordintionspolymeren. Die Studierenden können ihre Kenntnisse anwenden und zur Erarbeitung neuer Ideen einsetzen.							

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,  - grundlegende und erweiterte Prinzipien zur Materialklasse der Koordinationsnetzwerke zu erklären.  - Gesetzmäßigkeiten der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten und Funktionalisierung zu erläutern und auf neue Problemstellungen eigenständig anzuwenden.  - erlangte Kenntnisse über analytische Methoden zur Charakterisierung von porösen Festkörpermaterialien zur kritischen Bewertung experimenteller Daten zu nutzen und eigene Experimente zu entwerfen.  - das im Modul erlangte theoretische Wissen über Netzwerktopologie, Funktionalisierung, Porosität, Wirt-Gast-Interaktion, Phasenumwandlungen, Charakterisierungsmethoden mit anderen chemischen, physikalischen und materialwissenschaftlichen Konzepten zu verknüpfen und zur interdisziplinären Lösung neuer wissenschaftlicher Fragen zu verwenden.
Inhalt	<ol> <li>Koordinationschemie (Übergangs- und Hauptgruppenmetalle und Lanthanoide)</li> <li>Topologische Beschreibung von Netzwerkstrukturen</li> <li>Koordinationsnetzwerke und -polymere</li> <li>Gasadsorption und spezifische Oberfläche</li> <li>Flexibilität, Dynamik und Phasenumwandlungen</li> <li>Struktur-Eigenschafts-Prinzipien</li> <li>Prinzipien der Gasspeicherung und -separation</li> <li>Morphologie und Mikrostruktur</li> <li>Physikalische Untersuchungsmethoden</li> <li>Retikulare Synthese</li> <li>Wirt-Gast-Chemie</li> </ol>
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte/Veröffentlichungen, Tafelbilder
Literatur	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, <i>Science</i> <b>2013</b> , <i>341</i> , 1230444.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Umweltchemie								
Kürzel		MWV								
Turnus Jährlich im SoSe		Dauer 1 Semester	Studiensemester B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	r Cr 4		edits	M. S Fa Sc (hi M. S Fa B. Sc	Zuordnung Curriculum M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC M. Sc. Chemische Biologi Fach: SoC B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie "studium oecologicum"		
Modul	struktur			,						
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Umwelt	chemie		V		3	2	30 h	60 h	
2	Semina	r zu Umweltcl	nemie	s		1	1	15 h	15 h	
			Sun	umme 4			3	45 h	75 h	
Modul	verantw	ortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke							
Dozen	t(in)		Dr. Sebastian Zühlke							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzunç gsordnı	gen nach ung	keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunç	gen	Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie							
Studien- /Prüfungsleistungen			Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) sowie Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO							
Lernziele			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.							

Lernergebnisse und Kompetenzen	<ul> <li>Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage,</li> <li>grundlegende Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden zu erklären.</li> <li>komplexe Prozesse in der Umwelt einzuordnen.</li> <li>Wechselwirkungen/Prozesse der verschiedenen Umweltkompartimente und der enthaltenen Stoffe zu beschreiben.</li> <li>Auswirkungen einzelner Einflüsse auf das gesamte Ökosystem zu erkennen.</li> <li>vermitteltes theoretisches Wissen anzuwenden, um komplexe umweltchemische Probleme zu erkennen und zu bewerten.</li> <li>Umweltverhalten von Chemikalien zu verstehen, vorherzusagen und beim wissenschaftlichen Arbeiten zu berücksichtigen</li> <li>vermitteltes Wissen sicher zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul>
Inhalt	1. Atmosphärenchemie

Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, online-Tests, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	<ul> <li>Claus Bliefert: Umweltchemie, Wiley-VCH Weinheim, 2010</li> <li>Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005</li> <li>Georg Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996</li> <li>Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996</li> <li>Karl Fent: Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, 4.Auflage, Thieme Verlag, 2013</li> </ul>
Aktualisierung	12.04.2022

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Makromolekulare Chemie I							
Kürze			MWV						
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester		Studiensemester 5			Credits 4		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie		
Modul	struktur								
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Vorlesu	ng "Makromol	ekulare Chemie I"	V		3	2	30	60
2	Übunge	n zur Vorlesu	ng	Ü		1	1	15	15
			Sun	nme	Э	4	3	45	75
Modul	verantw	ortlicher	Prof. Dr. R. Weberskirch						
Dozen	t		Prof. Dr. R. Weberskirch						
Sprac	he		Deutsch						
	ssetzunç ngsordnı	gen nach ung	Abschluss der Module MACa und MOCa.						
Empfo Vorau	hlene ssetzunç	gen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie						
Studie /Prüfu	n- ngsleisti	ungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.						
Lernziele			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.						
	gebniss etenzen	e und	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.						

	<ul> <li>grundlegende Begrifflichkeiten der Polymerchemie sicher zu beherrschen und auf Vertreter dieser Stoffklasse anzuwenden.</li> <li>detaillierte Synthesemechanismen zu Polymerisationen oder Stufenreaktionen an Beispielen zu erklären.</li> <li>die wichtigsten analytischen Methoden zur Charakterisierung von Polymeren zu erläutern und geeignete analytische Methoden problemorientiert auswählen zu können.</li> <li>Zusammenhänge zwischen Polymerstruktur und thermischen bzw. mechanischen Eigenschaften der Polymere zu erkennen das Wissen bei der Vorhersage von Materialeigenschaften zu nutzen.</li> <li>vermitteltes theoretisches Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.</li> <li>sich neues Wissen durch die Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) selbstständig zu erarbeiten.</li> </ul>
Inhalt	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
	<ol> <li>Synthesemethoden von Polymeren - Ketten- und Stufenreaktionen (Mechanismus und Kinetik)         <ul> <li>Freie radikalische Polymerisation und Copolymerisation</li> <li>Kontrollierte radikalische Polymerisation (z. B. RAFT, ATRP, NMP)</li> <li>Anionische und kationische Polymerisation</li> <li>Ziegler-Natta Polymerisation</li> <li>Polykondensation und –additionsreaktionen (u.a. Polyester, Polyamide, Polyurethane)</li> <li>Neue Entwicklungen in der Polymerchemie: Enzymatische Synthesen,</li> <li>Methoden der Polymersynthese: Lösungspolymerisation, Emulsionspolymerisation, Substanzpolymerisation</li> </ul> </li> </ol>
	<ul> <li>3. Methoden zur Charakterisierung von Polymeren</li> <li>- Modellvorstellungen zur Größenabschätzung eines Polymerknäuels</li> <li>- Spektroskopie an Polymeren (NMR, IR und UV/vis)</li> </ul>

	<ul> <li>Methoden zur Molmassenbestimmung (GPC, Viskosimetrie, Membranosmose, MALDI-TOF, Endgruppenanalyse, Absolut-, Relativ- und Äquivalentmethoden, u. a.)</li> <li>Thermische Charakterisierung: thermische Übergänge 1. und 2.Ordnung, Glasübergangstemperatur (Tg) von Polymeren; Teilkristallinität in polymeren Festkörpern und strukturelle Voraussetzungen.</li> <li>Methoden zur Bestimmung des thermischen Verhaltens (Differential Scanning Calorimetrie (DSC); Thermogravimetrie (TGA))</li> <li>Mechanische Untersuchung von Polymeren (Zug Dehnungsdiagramme, Dynamischmechanische Thermoanalyse, Verlust- und Speichermodul u. a.)</li> </ul>
Medienformen	Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	Vorlesungsfolien und aktuelle Literaturverweise

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Pericyclische Reaktionen								
Kürzel			MWV							
Turnus	S	Dauer 1 Semester	Studiensemester 5 oder 6		Credits 4		B. S	Zuordnung Curriculum  B. Sc. Chemie  M. Sc. Chemie		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Pericycli	ische Reaktior	nen	٧		3	2	30 h	60 h	
2	Übunge	n zu Pericyclis	sche Reaktionen	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Su	mm	ie	4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. N. Kraus	se						
Dozen	t(in)		Prof. Dr. N. Krause							
Spracl	ne		Deutsch							
	ssetzung ngsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Erfolgreicher Abschluss der Module MOCa, MOC2b und MOC1P							
Studie Prüfur	n- ngsleistu	ngen	Modulprüfung: Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernzi	ele		Die Studierenden erwerben Kenntnisse von grundlegenden Typen pericyclischer Reaktionen. Insbesondere können sie die erlernten Konzepte auf Reaktivitäts- und Selektivitätsprobleme selbstständig anwenden.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			<ul> <li>Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</li> <li>Grundlagen der Molekülorbital- und Störungstheorie sowie der Anwendung der Klopman-Salem-Gleichung auf ionische Reaktionen zu erklären.</li> <li>grundlegenden Typen pericyclischer Reaktionen (Sigmatrope Umlagerungen, Elektrocyclische Reaktionen, Cycloadditionen) zu erläutern.</li> <li>das erworbene Wissen zur Vorhersage des Ergebnisses und des mechanistischen Verlaufs pericyclischer Reaktionen zu nutzen und eigene</li> </ul>							

	<ul> <li>Synthesekonzepte logisch zu analysieren.</li> <li>bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>					
Inhalt	<ol> <li>Einführung: Grundlegende Fragestellungen</li> <li>Molekülorbitale und Grenzorbitale</li> <li>Störungstheorie</li> <li>Die Klopman-Salem-Gleichung</li> <li>Ionische Reaktionen</li> <li>HSAB-Prinzip</li> <li>Sigmatrope Umlagerungen         <ul> <li>[1,n]-Wasserstoffverschiebungen</li> <li>Cope- und Claisen-Umlagerung</li> </ul> </li> <li>Elektrocyclische Reaktionen</li> <li>[2+2]-Cycloadditionen</li> <li>[4+2]-Cycloadditionen</li> </ol>					
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation					
Literatur	I. Fleming, Grenzorbitale und Reaktionen Organischer Verbindungen					

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Klassische und neuere Synthesemethoden									
Kürzel			MWV								
<b>Turnus</b> Jährlich		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	Credits 4				4		Zuordnung Curricu B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Bi M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC	
Modulstruktur  Nr. Lehrveranstaltung				Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium		
1		he und neuer emethoden	e	V		3	2	30 h	60 h		
2		n zu Klassisch emethoden	che und neuere Ü			1	1	15 h	15 h		
			Su	mm	e	4	3	45 h	75 h		
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause								
Dozen	t(in)		Prof. Dr. N. Krause								
Sprach	ne		Deutsch								
	ssetzung gsordnu		Keine								
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb, MOC1P, MOCc								
Studien- Prüfungsleistungen			Mündliche Prüfung oder Klausur am Ende des Moduls in der vorlesungsfreien Zeit. Wiederholungsklausur in der vorlesungsfreien Zeit.								
Lernziele  Die Studierenden erwerben grundle, über leistungsfähige und teilweise w Synthesemethoden und können ans erworbene Wissen bei der Synthese selbstständig anwenden.				weniger be schließend	kannte						
	gebnisse etenzen	und	Am erfolgreichem Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,								

	<ul> <li>die im Modul vermittelten Synthesemethoden und ihren mechanistischen Verlauf zu erläutern und ihre Ergebnisse vorherzusagen.</li> <li>erworbenes Wissen über Synthesemethoden für die Planung von Synthesen selbstständig zu nutzen.</li> <li>bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien für synthetische Fragestellungen zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>					
Inhalt	<ol> <li>Grob-Fragmentierung</li> <li>Favorskii-Umlagerung</li> <li>Morita-Baylis-Hillman-Reaktion</li> <li>Stereoselektive Radikalreaktionen</li> <li>Nazarov-Cyclisierung</li> </ol>					
Medienformen	Tafel und/oder PowerPoint-Präsentation					
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften)					

Modulb	Modulbezeichnung			Wahlpflichtvorlesung Synthesewissenschaft I *						
Kürzel				MWV						
Turnus Dauer 1 Semester		r	Studiensemeste B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	r	Credits 4		Zuordnung Curriculur B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie * Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie * Fach: SoC		ologie M. M.	
Moduls	truktu	r								
Nr.		Lehrver	ans	taltung	Ту	γp	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1		Synthesev	viss	enschaft I	\	/	3	2	30 h	60 h
2	Üb	ung zu Syntl	hese	ewissenschaft I	Ü	j	1	1	15 h	15 h
Summe	)						4	3	45 h	75 h
Modulv	erantw	ortlicher	Pro	Prof. Dr. M. Hiersemann						
Dozent			Prof. Dr. M. Hiersemann							
Sprach	е		Englisch, Deutsch							
Voraus Prüfunç		gen nach lung	Keine							
Empfor Voraus		gen	Erfolgreicher Abschluss von MOCb							
Studier Prüfung		ngen und ung	Schriftliche Modulprüfung							
M (S				Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.						
_			Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
				<ul> <li>Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen.</li> </ul>						

	<ul> <li>Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrische Induktion zu erläutern.</li> <li>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.</li> <li>organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> </ul>
Inhait	<ol> <li>Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen</li> <li>nukleophile Substitution am sp³-Kohlenstoffatom</li> <li>Übergangsmetall-katalysierte Substitution am Aromaten</li> <li>Synthese von C/C-Mehrfachbindungen durch Kondensationsreaktionen</li> <li>Lithiumorganyle</li> <li>Aldoladditionen unter asymmetrischer Induktion</li> <li>Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Suzuki-Kreuzkupplung und allylische Alkylierung</li> <li>Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen</li> <li>Metathese mit Rutheniumcarbenkomplexen</li> <li>Kettenverlängerung, Ringexpansion und Ringkontraktion durch nukleophile [1,2]-Umlagerung</li> <li>Claisen-Umlagerungen</li> <li>intramolekulare Diels-Alder-Reaktion</li> <li>1,2-Difunktionalisierung von C/C-Mehrfachbindungen</li> <li>Fotochemie</li> <li>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</li> </ol>
Medienformen	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung			Wahlpflichtvorlesung Synthesewissenschaft II							
Kürzel				MWV						
Turnus jährlich Dauer 1 Semester		-	Studiensemester B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	Credits 4		Zuordnung Curriculum B. Sc.Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC				
Moduls	truktuı	ſ								
Nr.		Lehrver	ans	staltung	Тур	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		Synthesev	viss	enschaft II	V	3	2	30 h	60 h	
2	Übı	ung zu Synth	nese	ewissenschaft II	Ü	1	1	15 h	15 h	
Summe	)					4	3	45 h	75 h	
Modulv	erantw	ortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann							
Dozent			Prof. Dr. M. Hiersemann							
Sprache	е		Englisch, Deutsch							
Voraus: Prüfunç		gen nach ung	keine							
Empfoh Voraus:		gen	erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb							
Studien Prüfung		ngen und ung	schriftliche Modulprüfung							
N (S			Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.							
			Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
				<ul> <li>Taktiken und Strategien zur selektiven         Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren         Vor- und Nachteile für die Lösung         synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu         benennen.</li> </ul>						

Inhalt	<ul> <li>Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrischer Induktion zu erläutern.</li> <li>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.</li> <li>organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> <li>Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen</li> <li>Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Intramolekulare Heck-Reaktion und Kreuzkupplung mit Enolaten</li> <li>Dreiringsynthese: Zyklopropanierungen</li> <li>Fünfringsynthese: Nazarov-Zyklisierung</li> <li>Fünfringsynthese: Nazarov-Zyklisierung</li> <li>Fünf- und Sechsringsynthese: intramolekulare Aldol-Kondensation, Robinson-Anellierung und Hajos-Parrish-Reaktion</li> <li>Siebenringsynthese: Cope-Umlagerung</li> <li>Siebenringsynthese: Rhodium(I)-katalysierte intramolekulare (5+2)-Zykloaddition</li> <li>1,3-dipolare Zykloaddition mit Azomethinyliden</li> <li>1,3-dipolare Zykloaddition mit Nitronen</li> <li>nukleophile 1,2-Umlagerung zum Stickstoffatom</li> <li>Allyloxidation mit Selendioxid</li> <li>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</li> </ul>
Medienformen	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulk	Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Synthesewissenschaft III								
Kürzel				MWV							
Turnus jährlich	•	Dauer 1 Semes	ster	Studiensemeste B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	r	Credits 4		B. So B. So M. S Fa Sc M. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC		
Moduls	struktur										
Nr.		Lehrve	rans	staltung	Ту	/p	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- Studium	
1	S	Synthesev	enschaft III	١	/	3	2	30 h	60 h		
2	Übung zu Synthese			wissenschaft III	Ü		1	1	15 h	15 h	
Summe	Summe			4		3	45 h	75 h			
Modul	/erantwo	rtlicher	Pro	Prof. Dr. M. Hiersemann							
Dozent	t		Prof. Dr. M. Hiersemann								
Sprach	ie		Englisch, Deutsch								
	setzunge gsordnu		Keine								
Empfo Voraus	hlene setzunge	en	erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb								
	nleistung gsleistur		schriftliche Modulprüfung								
zur (Synthe				ie Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden ur selektiven Molekülstrukturmanipulation Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung on Synthesen anwenden.							
				Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
				<ul> <li>verschiedene - Molekülstruktu und Nachteile Fragestellunge</li> </ul>	rma für	anip die	pulatior Lösun	n zu erd g synth	örtern und d	eren Vor-	

	<ul> <li>Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrische Induktion zu erläutern.</li> <li>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.</li> <li>organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.</li> </ul>
Inhalt	<ul> <li>27. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen</li> <li>28. Tolane und Tolanoide</li> <li>29. Achmatowicz-Reaktion</li> <li>30. Fischer-Indolsynthese</li> <li>31. Pictet-Spengler-Reaktion, Bischler-Napieralski-Reaktion</li> <li>32. Pinakol- und Semipinakol-Umlagerungen</li> <li>33. Knoevenagel-Kondensation, Dieckmann-Kondensation</li> <li>34. Mannich-Reaktion</li> <li>35. Nicholas-Reaktion</li> <li>36. Bindungsbildung zwischen Kohlenstoffatomen durch C-H-Insertion</li> <li>37. Zyklisierungskaskaden</li> <li>38. Fotochemie: de Mayo-Reaktion</li> <li>(Themen im wöchentlichen Wechsel. Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)</li> </ul>
Medienformen	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Homogene Katalyse in der Organischen Synthese (Homogenous catalysis in organic synthesis)								
Kürzel			MWV							
Turnus Dauer jährlich 1 Semester		Dauer 1 Semester	Studiensemester B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	Credits 4		B. Se B. Se M. S Fa Sc M. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC			
Modul	struktur									
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		ene Katalyse schen Synthes		V		3	2	30 h	60 h	
2		en zu Homoge schen Synthes	ene Katalyse in der se	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sumi	me 4		4	3	45 h	75 h	
Modul	verantw	ortliche(r)	JProf. Dr. M. M. Hansmann							
Dozen	t(in)		JProf. Dr. M. M. Hansmann und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen							
Sprach	ne		Englisch, Deutsch							
	ssetzunç Igsordni	gen nach ung	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunç	gen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Synthese (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)							
Studie /Prüfu	n- ngsleist	ungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden erwerben fortgeschrittene und aktuelle Kenntnisse auf dem Gebiet der homogenen Katalyse und können diese in der organischen Syntheseplanung anwenden.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,  - Anwendungen der homogenen Katalyse (mit und ohne Übergangsmetall) in der präparativen organischen Chemie zu erläutern.							

	<ul> <li>Bedeutung moderner Katalyseverfahren, im Hinblick auf neue Bindungsschnitte, für die Synthese komplexer organischer Verbindungen zu beschreiben.</li> <li>Syntheseplanungskonzepte logisch zu analysieren und selbst zu planen.</li> <li>erarbeitetes Wissen in der Syntheseplanung komplexerer organischer Moleküle, beispielsweise für die Synthese von Feinchemikalien oder Naturstoffen, anwenden zu können.</li> <li>klassische Synthesekonzepten mit katalytischen Methoden zu verknüpfen und interdisziplinäre Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten.</li> <li>Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>				
Inhalt	Wesentliche Konzepte der Homogenkatalyse mit (erster Teil der Vorlesung) und ohne Übergangsmetall-Katalysator (zweiter Teil) werden vorgestellt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Anwendung in der organischen Syntheseplanung gelegt (Vertiefung in der entsprechenden Übungsgruppe).  1. Palladium-Katalyse (Kreuzkupplungen, Allylische Substitution auch mit Iridium, Heck-Reaktionen, C-N Kupplungen, Pd-TMM Chemie)  2. Tandem Reaktionen  3. Ruthenium-Katalyse (Metathese: Alken, Alkin, Enin)  4. C-H Aktivierung  5. Gold Katalyse  6. Cobalt und Kupfer Katalyse (Klick-Chemie)  7. Katalytische Oxygenierungsreaktionen  8. Organokatalyse (Enamin, Broensted-Säure-Katalyse)  9. Frustrierte Lewis-Paar-Katalyse  10. Photoredoxkatalyse  11. Hauptgruppenkatalyse und Autokatalyse  Anwendungen der Katalysetypen werden an aktuellen Beispielen aus der Naturstoffsynthese diskutiert.				
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation.				
Literatur	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				

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Heterozyklenchemie (Heterocyclic Chemistry)								
Kürzel			MWV							
Turnus Dauer jährlich 1 Semeste		Dauer 1 Semester			Credits 4		B. Se B. Se M. S Fa Sc M. S	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC		
Modul	struktur									
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Heteroz	zyklenchemie		V		3	2	30 h	60 h	
2	Übunge	Übungen zu Heterozyklenchemie			Ü 1		1	15 h	15 h	
			Sum	nme 4		3	45 h	75 h		
Modul	verantw	ortliche(r)	JProf. Dr. M. M. H	Prof. Dr. M. M. Hansmann						
Dozen	t(in)		JProf. Dr. M. M. Hansmann und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen							
Spraci	he		Englisch, Deutsch,							
	ssetzung ngsordn	gen nach ung	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzunç	gen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Chemie (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)							
Studie /Prüfu	n- ngsleist	ungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Kenntnisse auf dem Anwendung von Hete				erwerben grundlegende, sowie aktuelle em Gebiet der Synthese, Eigenschaften und Heterozyklen. Sie können dieses erlernte ng von Synthesen heterozyklischer wenden.				chaften und erlernte		
Lernergebnisse und Kompetenzen			Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Heterozyklenchemie sind die Studierenden in der Lage,  - Grundlagen und allgemeine Konzepte der Heterozyklenchemie zu erläutern.							

	<ul> <li>vermitteltes Wissen in der Syntheseplanung und zur Benennung komplexerer Heterozyklen anzuwenden.</li> <li>typische Reaktivitäten und Eigenschaften von heterozyklischen Verbindungen einschätzten zu können und Vorhersagen auf Grundlage ihres Wissens zu machen.</li> <li>Relevanz von Heterozyklen z. B. in der pharmazeutischen Chemie und chemischen Biologie zu beschreiben.</li> <li>klassische Synthesekonzepte mit</li> </ul>					
	katalytischen Methoden zu verknüpfen und Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten Synthesekonzepte logisch zu analysieren Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.					
Inhalt	<ol> <li>Es werden folgende Schwerpunkte gesetzt:</li> <li>Wesentliche Konzepte der Synthese, Eigenschaften, Reaktivitäten und Anwendungen von Heterozyklen.</li> <li>Systematische Abhandlung von Heterozyklen sortiert nach Ringgrößen (Dreiringe, Vierringe etc. bis hin zu makrozyklischen Ringen). Dabei werden die Systeme mit steigender Anzahl an Heteroatomen (O, N, S etc.) sortiert.</li> <li>Systematische Nomenklatur von Heterozyklen u. a. nach der Austausch-Nomenklatur und der Hantzsch-Widmann-Patterson Nomenklatur</li> <li>Typische Synthesestrategien (Paar-Knorr, Hantzsch Synthese, Fischer-Indol, etc.)</li> <li>Daneben werden Exkurse thematisiert, wie z.B. gespannte Kohlenwasserstoffe, Carbene, Aromatizität, 1,3-Dipole, Phosphorheterozyklen, biologisch relevante Heterozyklen oder aktuelle Themen.</li> </ol>					
Medienformen	Tafel, Zoom-Session und/oder Powerpoint-Präsentation.					
Literatur	"Heterocyclic Chemistry" Joule, Mills, Wiley 2010 "The Chemistry of Heterocycles" Speicher, Eicher, Hauptmann, Wiley, 2013					

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Bioorganische Chemie							
Kürzel			MWV						
<b>Turnus</b> jährlich	<b>s</b> n im WiSe	<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 5 Credits 2 Zuordnung Curricul B. Sc. Chemie					rriculum	
Modulstruktur									
Nr.	Lehrverar	nstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1	Bioorganis	sche Chemie		V		3	3	45 h	75 h
2	Übung zu	Bioorganisch	e Chemie	Ü		1	1	15 h	15 h
			Su	mm	e	4	4	60 h	90 h
Modul	verantwort	liche(r)	Prof. Dr. H. Waldı	mar	nn				
Dozen	t(in)		Hochschullehrende der Chemischen Biologie (siehe aktuellen Aushang der Chemischen Biologie)						
Spracl	he		Deutsch mit englischen Anteilen						
	ssetzunger ngsordnung		Keine						
Empfo Voraus	hlene ssetzunger	1	Solide Grundlagen der Organischen Chemie						
Studie /Prüfu	n- ngsleistun	gen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.						
Lernziele			Die Studierenden erlangen Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und können diese Kenntnisse sicher für die bioorganische Syntheseplanung anwenden.						
	gebnisse u	ınd	<ul> <li>Syntheseplanung anwenden.</li> <li>Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</li> <li>wesentliche Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie zu erläutern.</li> <li>Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder der chemischen Biologie und der organischen Synthese zu verstehen und das Wiss für die Lösung interdisziplinärer biologischchemischer Fragestellungen zu nutzen.</li> <li>einfache bioorganische Synthesen zu planen.</li> <li>das erworbene theoretische Wissen für die selbstständige Entwickelung geeigneter Strategier</li> </ul>					der zgl. der nd der das Wissen n- nen. e	

	zu Lösung biologisch-chemischer Aufgabenstellungen anzuwenden Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Chemie der Peptide und Proteine     Synthese     Eigenschaften     biologische Bedeutung     Chemie der Oligonukleotide und Nukleinsäuren     Synthese     Eigenschaften     biologische Bedeutung
Medienformen	online-Skript (vorlesungsbegleitend), Tafelbilder, Folien, Übungszettel, PowerPoint-Präsentation
Literatur	<ul> <li>Waldmann, Janning, "Chemical Biology – A Practical Course", Wiley-VCH</li> <li>Allgemeine Lehrbücher der organischen Chemie (z.B.: Vollhardt, "Organische Chemie", Wiley-VCH) und der Biochemie (z.B.: Voet, Voet, "Biochemie", Wiley-VCH oder Stryer, "Biochemistry", Macmillan)</li> </ul>

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Biophysikalische Methoden								
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich WiSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	•	Credits 4		B. S M. S Fa Sc M. S Biolo	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie * Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie * Fach: CB / BioPC		
Moduls	struktur					ı	ı	T	1	
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Biophysi	ikalische Meth	noden	٧		3	2	30 h	60 h	
2 Übungen zu Biophysik			kalische Methoden	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Su	mme 4		4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik							
Dozent	i(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. C. Czeslik							
Sprach	ie		Deutsch							
	setzung gsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene setzung	en	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb							
Studie /Prüfur	n- ngsleistu	ıngen	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Grundlagen der biophysikalischen Chemie, sowohl theoretisch als auch bezüglich praktischer Anwendungen, und können sie sicher zur Problemlösung einsetzen.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,  - grundlegende biophysikalisch-chemische Konzepte							
								chemische physik zu ei	•	

	<ul> <li>erworbenes theoretisches Wissen bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen.</li> <li>mit den vermittelten Grundlagen der Biophysik Lösungsstrategien zur Bearbeitung neuer praktischer Problemstellungen zu entwickeln und die Ergebnisse angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.</li> <li>biophysikalisch-chemischer Phänomene logisch zu analysieren.</li> <li>bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>
Inhalt	<ol> <li>Allgemeine Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle</li> <li>intermolekulare Wechselwirkungskräfte</li> <li>Selbstorganisation amphiphiler Moleküle</li> <li>Struktur und Konformation biologischer Makromoleküle</li> </ol>
	<ul><li>2. Thermisch-kalorische Messverfahren</li><li>Differenzscanningkalorimetrie</li><li>isotherme Titrationskalorimetrie</li></ul>
	<ul><li>3. Kolligative und hydrodynamische Methoden:</li><li>- Osmometrie</li><li>- Viskosimetrie</li><li>- Ultra-Zentrifugation</li></ul>
	<ul> <li>4. Strukturuntersuchungen:</li> <li>- mikroskopische Verfahren</li> <li>- Lichtstreuung</li> <li>- Röntgen- und Neutronenstreuung</li> </ul>
	<ul> <li>5. Spektroskopische Methoden</li> <li>- UV/VIS-Spektroskopie</li> <li>- CD-Spektroskopie</li> <li>- Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>- IR-Spektroskopie</li> <li>- NMR-Spektroskopie</li> <li>- ESR-Spektroskopie</li> </ul>
Medienformen	Tafel, Beamer (Power Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF
Literatur	R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, 2. Aufl., Vieweg+Teubner, 2011
	C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, 4. Aufl., Vieweg+Teubner, 2010.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung EPR-Spektroskopie							
Kürzel			MWV						
Turnus Dauer 1 Semester		Studiensemester 5 oder 6 (B. Sc.) 1 bis 4 (M. Sc.)			redits	Zuordnung Curriculum B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie			
Moduls	struktur								
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium
1		agen und Anw oektroskopie	endungen der	٧		3	2	30 h	60 h
2		en zu Grundlag dungen der EF	gen und PR-Spektroskopie	Ü		1	1	15 h	15 h
			Sun	nme	)	4	3	45 h	75 h
Modul	/erantwo	ortliche(r)	IProf. Dr. Müge Kasanmascheff						
Dozent	i(in)		JProf. Dr. Müge Kasanmascheff						
Sprach	ie		Deutsch, Englisch						
	setzunç gsordnı	gen nach ung	B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)						
Empfo Voraus	hlene ssetzunç	gen	Ausreichende Chemie- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen MPCb (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und MPa (Vorlesung Physik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.					emie 3) le 1) nahme lie sind	
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 erlangen grundlegende Kenntnisse der electron paramagnetic resonance (EPR)-Spektroskopie und sind anschließend fähig Anwendungen und Grenzen der EPR-Spektroskopie zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen zu beurteilen.					kopie und en der	
	gebniss etenzen	e und	Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,						

	<ul> <li>die Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie zu erklären und die Vorteile und Grenzen der EPR-Spektroskopie logisch zu analysieren.</li> <li>die Bedeutung von Radikalen und ihrer Chemie in essentiellen Enzymen und Biomolekülen sowie die die Charakterisierung von Metall-Cofaktoren mittels EPR-Spektroskopie zu erläutern.</li> <li>die Nutzung von Spinmarkierungen für die Untersuchung von Struktur und Funktion von Biomolekülen erklären.</li> <li>das erlernte Grundlagenwissen und die erarbeiteten Lösungsstrategien bei der Auswahl geeigneter EPR-Experimente zu nutzen und deren Ergebnisse kritisch zu analysieren.</li> <li>bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>						
Inhalt	<ol> <li>Grundlagen         <ul> <li>Paramagnetismus</li> <li>Eigenschaften eines ungepaarten Elektrons (Elektronenspin)</li> <li>Wechselwirkungen des Elektronenspins</li> </ul> </li> <li>Continuous-wave EPR         <ul> <li>Relaxation und Sättigung</li> <li>Multifrequenz-EPR</li> <li>Hyperfeinkopplung in Lösung</li> <li>Analyse von EPR-Spektren</li> </ul> </li> <li>Gepulste EPR         <ul> <li>Anisotropie in festem Zustand</li> <li>Hyperfeinkopplung in festem Zustand</li> <li>Doppel-Resonanz-Methoden der EPR-Spektroskopie</li> </ul> </li> <li>EPR in der Biologie         <ul> <li>Spinsonden – Spinmarkierung zur Untersuchung konformeller Änderungen von Proteinen</li> <li>Aminosäurenradikale – Tyrosinradikale, essenziell für das Leben</li> <li>Metall-Cofaktoren – Aufklärung des FeMo-Cofactors der Nitrogenase</li> </ul> </li> </ol>						
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Folien, Übungszettel						
Literatur	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.						

Modulbezeichnung			Wahlpflichtvorlesung Einführung in die Technische Chemie							
Kürzel			MWV							
Turnus jährlich im	SoSe	<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemeste 6	r	Credits 4		B. S M. S Fa	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.		
Modulstri	uktur									
Nr.	Lehrve	eranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Einführ	ung in die Te	chnische Chemie	٧		4	3	45 h	75 h	
	•		Sumi	me		4	3	45 h	75 h	
Modulver	antwort	liche(r)	Prof. Dr. D. Vogt							
Dozent(in	1)		Prof. Dr. D. Vogt							
Sprache			Deutsch							
Vorausse Prüfungs										
Empfohle Vorausse		1	Grundlagen der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.							
Studien-/ Prüfungs	leistunç	jen	Modulprüfung: Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden erwerben wichtige Kenntnisse über Grundlagen der industriellen Chemieproduktion am Beispiel wirtschaftlich bedeutender Verfahren und Produkte, sowie die Fähigkeit, einen chemischen Prozess nicht nur nach chemischen, sondern zusätzlich auch nach ingenieurwissenschaftlichen, apparatetechnischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zu beurteilen.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			<ul> <li>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,</li> <li>die Unterschiede zwischen der Herstellung von Stoffen im Labor und im industriellen Maßstab zu erkennen und für die Anwendung zu berücksichtigen.</li> <li>die Grundlagen der Thermodynamik, der Phasengleichgewichte, der Reaktionskinetik, des Stoff- und Wärme-Transportes sowie der Stoff- und</li> </ul>							

Wärme-Bilanzierung anzuwenden, um die Funktionsprinzipien der wichtigsten chemischen Reaktoren und Trennverfahren zu erläutern.

- die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Grundtypen chemischer Reaktoren zu diskutieren.
- die Wirkung heterogener und homogener Katalysatoren und die betreffenden Reaktionsabläufe zu erklären.
- Stufenkonstruktionen unter Berücksichtigung von Phasengleichgewichten und Massenbilanzen als Basis für die Auslegung von Trennverfahren durchzuführen.
- Aufbau und Funktion wesentlicher Apparate in Chemieanlagen zu verstehen und ihre Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungen darzustellen.
- einen chemischen Prozess mithilfe eines Verfahrensfließbildes zu beschreiben,
- die Herstellung wesentlicher anorganischer und organischer Vor-, Zwischen- und End-Produkte der chemischen Industrie anhand von Verfahrensfließbildern zu erläutern.
- durch die vermittelten ingenieurwissenschaftlichen Kenntnisse interdisziplinär mit Absolventen des Chemieingenieurwesens und anderer Studienfächer zusammenzuarbeiten.

## Inhalt

## Grundlagen

- 1. Grundsätzlicher Aufbau chemischer
  - Produktionsanlagen
  - Verbundstruktur der chemischen Industrie
  - Unterschied Labor- und Produktions-Verfahren
  - Charakterisierung und Darstellung chemischer Verfahren in Fließbildern
- 2. Technische Thermodynamik und Kinetik
- 3. Reaktoren
  - Labor-Rührkessel (diskontinuierlich oder halbkontinuierlich)
  - -Wärmeabfuhr aus Reaktoren
  - Maßstabsvergrößerung
  - Sicherheitsaspekte
  - kontinuierlich betriebener Rührkessel
  - Rohrreaktor
  - Rührkesselkaskade
  - Verweilzeit.
- 4. Reaktor-Auslegung und Verfahrenstechnik am Beispiel der Ammoniak-Synthese (Heterogene Katalyse, Verwendung von Ammoniak)
- 5. Bilanzierung von Stoff und Wärme, Grundzüge der Kostenrechnung, Optimierung chemischer Anlagen.
- 6. Destillation:
  - Labordestillation (diskontinuierlich),

	<ul> <li>Rektifikation</li> <li>Bilanzierung einer Rektifikationskolonne,</li> <li>McCabe-Thiele-Methode,</li> <li>Einfluss des Rücklaufverhältnisses,</li> <li>technische Ausführungsformen.</li> <li>Weitere thermische Grundoperationen:</li> <li>Absorption</li> <li>Adsorption,</li> <li>Extraktion,</li> <li>Gegenstrom-Prinzip als gemeinsames Merkmal, technische Ausführungsformen (Boden- und Füllkörperkolonnen),</li> <li>mechanische Grundoperationen (Rühren, Filtrieren)</li> <li>Pumpen.</li> </ul>				
	<ol> <li>Prozesse         <ol> <li>Fossile Rohstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle).</li> <li>Organische Basischemikalien I (Steamcracker).</li> <li>Organische Basischemikalien III (C2-Chemie).</li> <li>Organische Basischemikalien III (C3- bis C5- und Aromaten-Chemie).</li> <li>Organische Endprodukte I (Polymere).</li> <li>Organische Endprodukte II (Waschmittel, Farbstoffe, Pharmazeutika, Pflanzenschutzmittel).</li> </ol> </li> <li>Ausgewählte anorganische Produkte: z.B.         <ol> <li>Schwefelsäure,</li> <li>Chlor,</li> <li>Natronlauge,</li> <li>Zement,</li> <li>Roheisen / Stahl,</li> <li>Aluminium,</li> <li>Halbleitersilizium.</li> </ol> </li> <li>Exkursion in ein Werk der chemischen Industrie.</li> </ol>				
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion), Grafiken von Simulationsrechnungen (Downloadmöglichkeit für die Studierenden), Exkursion zu einer Chemiefirma.				
Literatur	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. Praktikumsskripte der Technischen Chemie				

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Einführung in die industrielle Katalyse								
Kürzel			MWV							
Turnus Dauer 1 Semester		Studiensemester B.Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	r	Credits 4		B. S M. S Fa	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E.T.			
Modul	struktı	ur								
Nr.	Lehry	veranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Einfül	nrung in die Kat	alyse	V		3	2	30 h	60 h	
2	Übun	g zu Einführung	in die Katalyse	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sur	nme	9	4	3	45 h	75 h	
Modul	verant	wortliche(r)	Prof. DrIng. H. Freund							
Dozen	t(in)		Prof. DrIng. H. Freund, Prof. Dr. D. Vogt							
Spracl	he		Deutsch, Englisch							
	ssetzu ngsord	ngen nach nung	Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzu	ngen	Keine							
Studie Prüfur		tungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden erlangen Kenntnisse über alle wesentlichen Grundprinzipien und Konzepte der homogenen und heterogenen Katalyse als Schlüsseltechnologie der chemischen Stoffumwandlung. Dies sowohl im Hinblick auf die molekularen Mechanismen als auch auf die zugrunde liegenden physikochemischen Aspekte der Anwendung der industriellen Katalyse in der Technik.							
Lernergebnisse und Kompetenzen			Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,  - die Elementarschritte in einem Übergansmetall-katalysierten Katalysezyklus zu benennen und deren detaillierte Mechanismen zu beschreiben.  - die wichtigsten Katalysator- und Ligandeinflüsse auf die verschiedenen Elementarschritte zu diskutieren							

- Ligand- und Katalysatoreigenschaften mit g\u00e4ngigen Konzepten und Modellen zu beschreiben und zu quantifizieren.
- für wichtige katalytische Reaktionen den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt zu identifizieren.
- Voraussagen über Aktivität und Selektivität zu treffen.
- das Prinzip der asymmetrischen Katalyse zu erklären.
- für wichtige industrielle Prozesse Katalysator und Prozessvarianten zu benennen und Einflussgrößen auf Aktivität und Selektivität erläutern und diskutieren.
- Methoden für das Recycling homogener Katalysatoren aufzuzählen und deren Prinzipien zu erklären.
- für eine unbekannte Reaktion Vorschläge für ein geeignetes Katalysator- und Reaktionssystem zu machen.
- anhand einschlägiger Beispiele den Einsatz von Heterogenkatalysatoren bei der Synthese von großen Grundchemikalien und Zwischenprodukten, in Raffinerien, bei der Abgasbehandlung und in der Lebensmittelindustrie hinsichtlich der physikalischchemischen Vorgänge und der angewandten Reaktortechnik zu beschreiben und daraus allgemeingültige Ansätze der heterogenen Katalyse zu benennen.
- die Bedeutung der Katalyse zur Lenkung der Stoffströme in der chemischen Industrie zu erklären und zwischen heterogenen und homogenen Katalysatoren differenzieren sowie deren Vor- und Nachteile gegenüberzustellen.
- durch Vergleich der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Katalysevarianten, die Katalysatorwahl für unterschiedliche Anwendungsfälle zu beurteilen.
- das erworbene Wissen zur Planung von selektiven und material- und abfallsparenden Chemikalienherstellung zu verwenden.

## Inhalt

Die Studierenden erfahren, dass den Vorteilen einer Technologie immer auch Nachteile gegenüberstehen: z.B. der Aufwand zur Rückgewinnung des Katalysators bei der homogenen Katalyse im Vergleich zu Stofftransportwiderständen in einem heterogenen Katalysator. Die resultierenden Kompromisse sind auch Gegenstand der Übungen, in denen die Herstellung eines bestimmten Produkts mit und ohne Katalysator zu bewerten ist. Der Teil zur homogenen Katalyse baut auf eine grundlegende Vorlesung zur Koordinationschemie, bzw. Organometallchemie auf und beinhaltet eine kondensierte Auffrischung der Materie.

Medienformen	Der Foliensatz zur Veranstaltung und ggf. Zusatzmaterialien wie Literaturlisten und Webseitenempfehlungen werden in den dafür vorgesehenen virtuellen Arbeitsräumen veröffentlicht.
Literatur	<ul> <li>Behr,P. Neubert, Applied Homogeneous Catalysis, Wiley VCH, 2012</li> <li>P.C.J Kamer, D. Vogt, J.W. Thybaut (Eds.) Contemporary Catalysis – Science, Technology, and Applications, RSC, 2017.</li> <li>G. Ertl, H. Knözinger, F. Schüth, J. Weitkamp (Red.), Handbook of Heterogeneous Catalysis', Volume 1, 2. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2008.</li> </ul>

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Funktionelle Membranmimetika								
Kürzel			MWV							
Turnus Jährlich SoSe		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 6	Credits 4		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chem. Biologie B. Sc. Chemie				
Modul	struktur									
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		ng Funktionell nmimetika	е	<b>V</b>		3	2	30 h	60 h	
2		zu Funktionelle nmimetika	)	Ü		1	1	15 h	15 h	
			Su	mm	e	4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Rauh							
Dozen	t		Dr. Leonhard H. Urner							
Spracl	ne		Englisch							
	ssetzung Igsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Solide Grundlagen der physikalischen Chemie, strukturelle Repräsentation von Biomolekülen, Formeldarstellung von chemischen Strukturen							
Studie gen	n-/Prüfuı	ngsleistun-	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							
			für die Cha beschreibe	arak en. elte	teri n K	isierun (onzep	g von N te und	nalytische Membranmir analytische rung von	metika	

	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	<ol> <li>Definition und Bedeutung funktioneller Membranmimetika</li> <li>Aufbau und Eigenschaften funktioneller Membranmimetika:         <ul> <li>Seifen</li> <li>Lipide</li> <li>synthetische Polymere</li> <li>Peptide</li> <li>Bizellen</li> <li>Nanodiscs</li> <li>Liposomen</li> <li>Modelmembranen</li> </ul> </li> <li>Methoden für die Analyse funktioneller Membranmimetika:         <ul> <li>Tensiometrie</li> <li>Dynamische Lichtstreuung</li> <li>NMR Spektroskopie</li> <li>Massenspektrometrie</li> <li>optische Spektroskopie</li> <li>Kalorimetrie</li> </ul> </li> <li>Anwendungsbeispiele von funktionellen Membranmimetika im Alltag, Grundlagenforschung und Medizin</li> </ol>
Medienformen	Powerpoint Folien (PDF), Übungsblätter (PDF), Kahoot!
Literatur	<ul> <li>Buch: Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly, Elsevier, 2019</li> <li>Buch: Supramolecular Chemistry: Fundamentals and Applications, Oxford, 2022</li> </ul>

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Chemikalienrecht und Arbeitsschutz								
Kürzel			MWV							
Turnus Dauer jährlich im SoSe			Studiensemester 6	Credits		Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie				
Modul	struktur						_			
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Chemika	alienrecht und	Arbeitsschutz	V		3	2	30 h	60 h	
2	Übunge	n		Ü		1	1	15 h	15 h	
			Sum	nme	)	4	3	45 h	75 h	
Modul	verantwo	ortliche	Prof. Dr. T. Gebel							
Dozen	ten		M. Krause, A. Wilmes, Dr. T. Wolf, Dr. M. Henn, Dr. R. Packroff, Prof. Dr. T. Gebel							
Sprach	ne		Deutsch							
	ssetzung gsordnu		Keine							
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	-							
Studie /Prüfui	n- ngsleistu	ıngen	Studienleistung: Projektarbeit/Hausarbeit/Präsentation. Modulprüfung: Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.							
Lernziele			Die Studierenden vertiefen durch das Modul ihre Grundkenntnisse der Toxikologie, welche sie im Modul Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker (MTO) erworben haben. Sie erwerben Kenntnisse zu verschiedenen Aspekten des Chemikalienrechts, der Chemikaliensicherheit und des Arbeitsschutzes. Sie können durch den erfolgreichen Abschluss dieser Veranstaltung durch Bestehen der Klausur die eingeschränkte Sachkunde gemäß ChemVerbotsV auf die Sachkunde für das Inverkehrbringen giftiger und sehr giftiger Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel erweitern (Erwerb der umfassenden Sachkunde).							
	gebnisse etenzen	e und	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage:							

	<ul> <li>Grundansätze der toxikologischen Stoffbewertung zu erläutern (im Rahmen des Erwerbs der erweiterten Sachkunde) und auf Fallbeispiele anzuwenden.</li> <li>Prinzipien der Gefährdungsbeurteilung von Arbeitsplätzen zu erklären und diese problemorientiert anwenden zu können.</li> <li>Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie zu diskutieren.</li> <li>erworbenes Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen in Form von Fallbeispielen zu nutzen.</li> <li>bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> </ul>
Inhalt	Die Vorlesung soll die Inhalte der Veranstaltung "Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker" (Modul MTO, 1. Semester) vertiefen und erweitern:  1. Vertiefung der Grundkenntnisse in der regulatorischen Toxikologie und Chemikalienrecht, insbesondere Biozid- und Pflanzenschutzmittelrecht.  2. Vertiefung der Grundkenntnisse auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes bei Chemikalien.
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder
Literatur	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung Berufsqualifizierende Veranstaltungen								
Kürzel			MWV							
Turnus jedes Semest		<b>Dauer</b> 1 Semester	Studiensemester 5 oder 6 (B. Sc.) 1 bis 4 (M. Sc.)	r	Credits 4		B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: SoN M.Sc. Chemische E		he	
Moduls	truktur					Ι	Ι			
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1		ualifizierende ` orgabe durch d		V/l	ij	4	3	45 h	75 h	
			Summe 4			3	45 h	75 h		
Moduly	erantwo	ortliche(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.							
Sprach	е		Deutsch							
	setzung gsordnu	en nach ing	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.							
	gebnis		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 Biound 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. Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere Medienformen (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)

Lite	eratur	Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben.
		zertan ngegezen.

Modulbezeichnung			Vertiefungspraktikum 1/2 Anorganische Chemie						
Kürze	I	MV1P, MV2P	MV1P, MV2P						
Turnus jährlich im WiSe  Dauer 1 Semester			Studiensemes 5 oder 6	Studiensemester Cred 5 oder 6 7			Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie		
Modul	struktur		•						
Nr.	Lehrvera	nstaltung		Тур	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- studium	
1	Vertiefun Chemie	gspraktikum Ar	norganische	Р	5	7	105 h	45 h	
2		zum Vertiefung sche Chemie	spraktikum	s	2	1	15 h	45 h	
			Sur	nme	7	8	120 h	90 h	
Modul	verantwor	tliche(r)	Prof. Dr. S. Henke						
Dozen	iten		Hochschullehrer*innen und Mitarbeiter*innen der Anorganischen Chemie						
Sprac	he		Deutsch						
Prüfungsordnung  I r c E			MV1P: Erfolgreicher Abschluss der Studienmodule MAC2P, MOC1P, MPC1P, MPC2P und MMAO1P sowie die Teilnahme an den Abschlussprüfungen aller Studienmodule mit Ausnahme von zwei Studienmodulen, die bei einem durchgängig erfolgreichen Studium (vgl. Studienplan) bis Ende des vierten Fachsemesters abgeschlossen sind.  MV2P: Erfolgreicher Abschluss aller Pflicht-Studienmodule, die dem Prüfungsfach zugerechnet werden.					ie ienmodule einem lan) bis sind.	
	ohlene ssetzunge		Solide Kenntnisse der Anorganischen Chemie.						
/Prüfungsleistungen (i			Teilleistung Versuche (50 %): bestandene Antestate (unbenotet), je ein Abschlussprotokoll zu drei der vier angebotenen Themengebiete (benotet).  Teilleistung Prüfung (50 %): Teilnahme am Seminar						
(F A A S			(Fehlzeiten von über 10% können nur in begründeten Ausnahmefällen, z.B. aufgrund einer durch ein ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, toleriert werden), Seminarvortrag zu einem vorgegebenen Thema mit anschließender Diskussion (benotet).						
			Details sind der aktuellen Praktikumsordnung zu entnehmen.						

Lernziele	Die Studierenden erlernen im Praktikum spezielle Arbeitstechniken zur Herstellung und Charakterisierung von Materialien aus modernen Bereichen der Anorganischen Chemie. Im Seminar vertiefen sie ihre Fähigkeiten, sich selbständig in ein vorgegebenes Thema einzuarbeiten und dieses in einem Vortrag mit anschließender Diskussion zu präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	<ul> <li>Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein:</li> <li>die modernen Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen.</li> <li>chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften, unter Anleitung durchzuführen, auszuwerten und gemäß den "Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis" zu dokumentieren.</li> <li>geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methoden zu kennen, das erhaltene Datenmaterial auszuwerten und zu interpretieren.</li> <li>die Grundlagen und Anwendungsbereiche von computerchemischen Berechnungen wiederzugeben, Berechnungen an einfachen Molekülen unter Anleitung durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und die Resultate differenziert zu interpretieren.</li> <li>computergestützten Literaturrecherchen durchzuführen.</li> <li>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.</li> <li>in einem Forschungslabor mit anderen konstruktiv und verantwortungsbewusst zusammenzuarbeiten.</li> <li>selbstständig und fristgerecht eine Lösungsstrategie für eine gegebene Aufgabenstellung zu finden und umzusetzen.</li> </ul>
Inhalt:	Die Versuche im Praktikum werden von den beteiligten Arbeitskreisen aus aktuellen Themenbereichen der Anorganischen Chemie ausgewählt:  1. "Computational Chemistry: Rechnungen zu Strukturen einfacher Moleküle (Stabilitäten, Inversionsbarrieren, elektronische Eigenschaften), Visualisierung von Molekülorbitalen 2. Metallorganische Chemie

	Supramolekulare Chemie     Koordinationschemie im Festkörper
Medienformen	Praktikum: Praktikumsskripte, chemische Versuche, Berechnungen an Computern. Seminare: PowerPoint-Präsentation, Onlinebereitstellung der Vorträge, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Praktikumsskript, Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

		Vertiefungspraktikum 1/2 Organische Chemie							
Kürzel		MV1P, MV2P							
Turnus Jährlich	-	Dauer 1 Semester	Studiensemester 5 oder 6	f	Cr 7	redits		rdnung Cu c. Chemie	rriculum
Modul	struktur								
Nr.	Lehrve	ranstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- Studium
1	Vertiefu Chemie	• .	1 (Organische	Р		5	7	105 h	45 h
2		r zum Vertiefu sche Chemie)	ngspraktikum 1	S		2	1	15 h	45 h
			Sumi	me		7	8	120 h	90 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	JProf. Dr. M. M. H	JProf. Dr. M. M. Hansmann/Prof. Dr. N. Krause					
Dozen	t(in)		JProf. Dr. M. M. Hansmann, Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. N. Krause, Prof. Dr. R. Weberskirch, Dr. A. Behler, Dr. L. Iovkova-Berends, wiss. Mitarbeitende						
Sprach	ie		Deutsch/Englisch						
	setzunç gsordnı	jen nach ing	s. PO						
Empfo Voraus	hlene ssetzung	jen	Erfolgreiche Teilnahme am Modul MOCc						
Studien- /Prüfungsleistungen			Modulprüfung: Aktive Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Abschlusskolloquium, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.  Es besteht die 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.						
Lernziele			Im Rahmen des Praktikums, welches in einer Arbeitsgruppe der Organischen Chemie durchgeführt wird, erwerben die Studierenden Kenntnisse über speziellen Arbeitsmethoden der Organischen Chemie und können diese selbständig anwenden. Bei der Durchführung eines kleinen anspruchsvollen Forschungsprojekts lernen die Studierenden selbstständig ein solches Projekt zum Erfolg						

	zu führen und die erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur zu bewerten. Im begleitenden Seminar erarbeiten sich die Studierenden in kleinen Gruppen Kenntnisse über ein aktuelles Teilgebiet der organischen Synthesechemie und präsentieren dieses als Vortrag im Rahmen des Seminars.					
_	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,  - modernen Arbeitstechniken der Organischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen.  - eine computergestützte Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen.  - Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen 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.  - 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 selbständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.					
	Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der jeweiligen Arbeitsgruppe. Das Thema des Vortrags orientiert sich an aktuellen Forschungsgebieten aus der organischen Chemie.					

Medienformen	Berichte; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	zum Forschungsprojekt und Vortrag ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften

		Vertiefungspraktikum 1/2 Physikalische Chemie							
Kürzel	Kürzel		MV1P, MV2P						
Turnus jährlich	_	Dauer 1 Semester	Studiensemester 5 oder 6	•	Cr 7	edits	Zuordnung Curriculum B. Sc. Chemie		
Modul	struktur								
Nr.	Lehrver	anstaltung		Ту	р	СР	sws	Präsenz- zeit	Eigen- Studium
1	Vertiefur	ngspraktikum	1	Р		5	7	105 h	45 h
2	Seminar	zum Vertiefu	ngspraktikum 1	S		2	1	15 h	45 h
			Sumn	ne		7	8	120 h	90 h
Modul	verantwo	ortliche(r)	Prof. Dr. C. Czesl	ik					
Dozen	t(in)		Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff						
Spracl	he		Deutsch						
	ssetzung ngsordnu		s. PO						
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Teilnahme am Modul MPCa, MPCb						
Studie /Prüfu	n- ngsleistu	ngen	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,						
			<ul> <li>moderne physikalisch-chemische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen für</li> </ul>						

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

Modul	Modulbezeichnung		Vertiefung auf dem Gebiet der Bachelorarbeit						
Kürzel			MVB						
Turnus	5	Dauer 3 Wochen	Studiensemester Credits Zuordnung Curricul B. Sc. Chemie						
Modul	struktur								
Nr.	Lehrver	anstaltung				СР			
1	Vertiefu	ng auf dem G	ebiet der Bachelorarb	eit		4			
			Summe			4			
Modul	verantwo	ortliche(r)	Betreuer/in der Bach Prüfungsordnung für Biologie.	•	•	che			
Dozen	t(in)								
Sprach	ne		Deutsch						
	Voraussetzungen nach Prüfungsordnung		Voraussetzung für die Zulassung zur Bachelorarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) de 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.						
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en							
Studie /Prüfu	n- ngsleistu	ıngen	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.						
	gebnisse etenzen	e und	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage,						
			<ul> <li>das erworbene theoretische Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu nutzen.</li> </ul>						

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

Modulbezeichnung			Bachelorarbeit und Disputation						
Kürzel									
Turnus	6	<b>Dauer</b> 10 Wochen reg Bearbeitungsze Bachelorarbeit	eit der	Studien- semester 6	urriculum				
Modulstruktur									
Nr. Lehrveranstaltung							СР		
1	Bachelo	rarbeit					12		
2	Disputat	ion					3		
					Sı	ımme	15		
Modul	verantwo	ortliche(r)	Stud	liendekan/in					
Dozen				Betreuer/in der Bachelorarbeit gemäß § 14 der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Chemie.					
Sprach	ne		Deut	eutsch					
Prüfungsordnung de er St ab Le bis St			dem erfol Stud abge Leist bis 5	praussetzung für die Zulassung zur Bachelorarbeit ist neben em Vorliegen der Zulassung zur Bachelorprüfung (§ 9 PO) der folgreiche Abschluss aller Studienmodule, die nach dem udienplan bis zum Ende des fünften Fachsemesters ogeschlossen werden. Dabei dürfen zwei eistungsnachweise, einer des 5. Semesters und einer des 3. s 5. Semesters, noch fehlen. Praktika, die nach dem udienplan im 1. bis 5. Semester stattfinden, müssen ogeschlossen sein.					
Empfo Voraus	hlene ssetzung	en	Kein	е					
/Prüfungsleistungen Tei Tei Dis Die and			Teille Teille Disk Die G	dem Modul werden zwei benotete Teilleistungen absolviert: illeistung 1: Abschlussarbeit von ca. 30 DIN-A4-Seiten illeistung 2: Fakultätsöffentliche Disputation mit Vortrag und skussion.  e Gewichtung der Noten erfolgt gemäß der oben gegebenen Anzahl an Credits.					
exp Che und				Studierenden erlernen eine im Umfang angemessene erimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der emie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren auf der Grundlage bekannter Verfahren unter senschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig fristgerecht					

Lernergebnisse und Kompetenzen	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.  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.
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.