Modulhandbuch

zu den

Masterstudiengängen

Chemie

und

Chemische Biologie

Beschluss des Fakultätsrats Chemie und Chemische Biologie der TU Dortmund
am 09. November 2014, inklusive der Änderungen
bis einschließlich 15.07.2020

Für die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zu den Prüfungsfächern gemäß
Prüfungsordnungen sind auch die Bekanntmachungen des Dekanats zu beachten.

Modulübersicht

Modul		Seite
M-WV	Wahlpflichtvorlesungen der Anorganischen Chemie	1
	Wahlpflichtvorlesungen der Analytischen Chemie	17
	Wahlpflichtvorlesungen der Organischen Chemie	29
	Wahlpflichtvorlesungen der Physikalischen Chemie	58
	Wahlpflichtvorlesungen der Technischen Chemie	72
	Wahlpflichtvorlesungen der Medizinischen Chemie	91
	Wahlpflichtvorlesungen der Molekularen Zellbiologie	104
	Wahlpflichtvorlesungen der Chemischen Biologie	113
	Sonstige Wahlpflichtvorlesungen	134
M-PR	Wahlpflichtpraktika	145
M-SE	Seminare zum Schwerpunkt	184
M-VMT	Forschungspraktika	189
	Masterarbeit	210

Wahlpflichtvorlesungen

der

Anorganischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Metallorganische Chemie und homogene Katalyse**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
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. Chemische Biologie, M. Sc. Chemie Fach: Anorganische Chemie M. Sc. Chemische Biologie Fach: weitere chem./naturwiss. Studien (SoC)

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Metallorganische Chemie und homogene Katalyse	V	3	2	30	60
2	Übung zu Metallorganische Chemie und homogene Katalyse	Ü	1	1	15	15
		Summe	**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozent(in)	Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der anorganischen und Koordinationschemie, Grundkenntnisse in organischer und physikalischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Erwerb grundlegender Kenntnisse der Reaktionsmechanismen von übergangsmetallorganischen Verbindungen sowie deren Anwendung in stöchiometrischen und

	homogenkatalytischen Syntheseplanungen
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende - Kenntnisse der elektronischen und sterischen Eigenschaften wichtiger Ligandenklassen - Kenntnisse wichtiger Reaktionsmechanismen der koordinierten Liganden - Kenntnisse wichtiger metallvermittelter Reaktionsmechanismen erworben haben, um stöchiometrische metallorganische Reaktionen und homogenkatalytische Reaktionszyklen unter Beachtung kinetischer und thermodynamischer Aspekte - analysieren - vorhersagen und - zur Syntheseplanung nutzen zu können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	- Erfolgreiche Syntheseplanung 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. - Analyse der kinetischen und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen für erfolgreiche Prozessführungen z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie.
Inhalt	- Wiederholung wichtiger Aspekte der Koordinationschemie - Bindungsmodi und -stärken sowie Reaktionen wichtiger dativer und kovalenter Liganden (CO, Phosphane, H_2, sigma-Komplexe, Hydride, Alkyle, pi-Liganden, Carbene) - Reaktionsmechanismen: Kinetik und Thermodynamik von Substitutionsreaktionen, oxidativer Addition/reduktive Eliminierung, (alpha-/beta-/gamma-) Eliminierungen, migratorischer Insertion, sigma-Bindungsmetathese, nucleophiler und elektrophiler Addition/Abstraktion an Liganden - Grundlagen der metallorganischen Katalyse: Energetik, Kinetik, Reaktionsprofile, Übergangszustände, Resting States, Selektivitäten, Curtin-Hammett-Prinzip - Anwendungen: H_2-/C-H-Aktivierung, Olefinpolymerisation, Hydroformylierung

	(Hydrofunktionalisierungen allgemein), Hydrogenierung, Metathese, Kreuzkupplungen
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)

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Nichtmetallchemie**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-Zeit	Eigen-studium
1	Nichtmetallchemie	V	3	2	30	60
2	Übung zu Nichtmetallchemie	Ü	1	1	15	15
	Summe		**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. C. Strohmann
Dozent	Prof. Dr. C. Strohmann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung (50% der Gesamtmodulnote), benotete Vorträge (50% der Gesamtmodulnote), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vermittlung von modernen Aspekten der Nichtmetallchemie unter Hinzuziehung aktueller Forschungsergebnisse und das Verständnis der elementübergreifenden Prinzipien.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende in der Lage sein: - die grundlegenden Entwicklungen („Meilensteine“) auf dem Gebiet der Nichtmetallchemie in den gesamt-historischen Kontext der Chemiegeschichte einordnen zu können und neuerliche Entwicklungen auf diesem Gebiet unter Zuhilfenahme dieses Hintergrundwissens bezüglich ihrer Quantität und

	Wichtigkeit differenziert zu würdigen. - Das Vorkommen, die Gewinnung und die Anwendung von Nichtmetallen und deren Verbindung zu kennen sowie Beispiele für Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik geben zu können. - die Modellvorstellungen und grundlegenden Konzepte (Bindungskonzepte, Reaktionsmechanismen) der Nichtmetallchemie zu kennen, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. - Über Periodizitäten und Trends der Nichtmetalle im PSE Bescheid zu wissen und diese aufgrund der gelernten Konzepte deuten zu können. - die Stoffeigenschaften von Nichtmetallverbindungen bezüglich ihrer Reaktivität und Struktur einzuschätzen und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage von theoretischem Wissen über Konzepte und periodische Trends zu machen. - die speziellen Arbeitstechniken zur Synthese von Nichtmetallverbindungen zu kennen und eine entsprechende Arbeitstechnik gemäß den Stoffeigenschaften für die Darstellung einer Verbindung vorzuschlagen und zu begründen. - analytische Methoden für die Untersuchung von Nichtmetallen und deren Verbindungen zu kennen, geeignete Methoden für Problemstellungen vorzuschlagen und die Ergebnisse zu interpretieren. - spezielle Aspekte der Nichtmetallchemie selbstständig zu erarbeiten und die Ergebnisse den Kommilitonen/innen in einem Vortrag anschaulich zu vermitteln.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen. - Informationsgewinnung u. a. durch Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache). - Vermittlung von selbstständig erarbeitetem Wissen in einem Vortrag mittels moderner Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement. Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der Nichtmetallchemie in Naturwissenschaft und technischen Anwendungen
Inhalt	**Vorlesung** - 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“). - Spezielle Arbeitstechniken im Bereich der Nichtmetallchemie (u. a. Matrixisolationstechnik) - Besprechung der Chemie ausgewählter Elemente und deren Verbindungen aus dem Bereich der Nichtmetalle.

	- Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Nichtmetallchemie (u.a. Hypervalenz, Ozonproblematik, Sauerstoff und Stickstoff in Organismen und Pflanzen, toxische Phosphor-Verbindungen) **Übung** - Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der Vorlesung.
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.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Siliciumchemie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-Zeit	Eigen-studium
1	Siliciumchemie	V	3	2	30	60
2	Übung zu Siliciumchemie	Ü	1	1	15	15
	Summe		**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. C. Strohmann
Dozent	Prof. Dr. C. Strohmann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung (50% der Gesamtmodulnote), benotete Vorträge (50% der Gesamtmodulnote), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vermittlung von modernen Aspekten der Siliciumchemie unter Hinzuziehung aktueller Forschungsergebnisse und das Verständnis der elementübergreifenden Prinzipien.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende in der Lage sein: - die grundlegenden Entwicklungen („Meilensteine“) auf dem Gebiet der Siliciumchemie in den gesamt-historischen Kontext der Chemiegeschichte einordnen zu können und neuerliche Entwicklungen auf diesem Gebiet unter Zuhilfenahme dieses Hintergrundwissens bezüglich ihrer Quantität und Wichtigkeit differenziert zu würdigen. - Das Vorkommen, die Gewinnung und die Anwendung von Silicium und dessen Verbindungen zu kennen sowie

	Beispiele für Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik geben zu können. - die Modellvorstellungen und grundlegenden Konzepte (Bindungskonzepte, Reaktionsmechanismen) der Siliciumchemie zu kennen, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. - die Stoffeigenschaften von Siliciumverbindungen bezüglich ihrer Reaktivität und Struktur einzuschätzen und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage von theoretischem Wissen über Konzepte und periodische Trends zu machen. - die speziellen Arbeitstechniken zur Synthese von Siliciumverbindungen zu kennen und eine entsprechende Arbeitstechnik gemäß den Stoffeigenschaften für die Darstellung einer Verbindung vorzuschlagen und zu begründen. - analytische Methoden für die Untersuchung von Siliciumverbindungen zu kennen, geeignete Methoden für Problemstellungen vorzuschlagen und die Ergebnisse zu interpretieren. - spezielle Aspekte der Siliciumchemie selbstständig zu erarbeiten und die Ergebnisse den Kommilitonen/innen in einem Vortrag anschaulich zu vermitteln.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen. - Informationsgewinnung u. a. durch Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache). - Vermittlung von selbstständig erarbeitetem Wissen in einem Vortrag mittels moderner Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement. Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der Siliciumchemie in Naturwissenschaft und technischen Anwendungen
Inhalt	**Vorlesung** - Synthese von Siliciumverbindungen - Konzepte zur Beschreibung und Analyse siliciumspezifischer Effekte (α und β-Effekt, Hybridisierungsdeffekt, Bindungspolarität). - Reaktionsmechanismen von Reaktionen am Siliciumzentrum - Hohe und niedrige Koordinationszahlen am Siliciumzentrum (Hypervalenz, Mehrfachbindungen) - Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Siliciumchemie (u.a. Silylene, Silene, Silanole, Silicone, Silylanionen, Silylkationen, Silylradikale, Bautenschutz, Polymere, Ringe, Silapharmaka, Schutzgruppen, 29Si-NMR, Stereochemie) **Übung** - Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der

	Vorlesung.
Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentationen, Originalpublikationen
Literatur	**J. E. Huheey**: *Anorganische Chemie. Prinzipien von Struktur und Reaktivität*, W. de Gruyter, 4. Aufl. 2012, 1284 Seiten. **C. Elschenbroich:** *Organometallchemie,* Teubner Studienbücher Chemie, 6. Aufl. 2008. Originalpublikationen zu o. g. Themengebieten.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Bioanorganische Chemie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Guido Clever
Dozent(in)	Prof. Dr. Guido Clever und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen der anorganischen Chemie und der Koordinationschemie sowie Grundkenntnisse in Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse der Rolle von Metallen in biologisch relevanten Prozessen und medizinischen Applikationen sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - mit der Rolle und Funktion von Metallen in biologisch relevanten Prozessen vertraut sein und diese aus dem anorganisch-chemischen Blickwinkel reflektieren können, - die Funktion von Metallen in biologischen Prozessen im Hinblick auf mechanistische Aspekte beschreiben können, - Grundkenntnisse in der medizinischen/biologisch-diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen erwerben - diese Kenntnisse sicher anwenden und nachvollziehbar

	schriftlich dokumentieren können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen für Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen Fachübergreifendes Lernen: - Die Bedeutung der Metalle für biologisch und biochemisch relevante Prozesse aus anorganisch-chemischer Sicht
Inhalt	Die Vorlesung gibt eine Einführung in ein Grenzgebiet von Anorganischer Chemie und Biochemie und beleuchtet anorganisch-chemische und mechanistische Aspekte der Rolle von Metallen in biologisch relevanten Prozessen. Zudem werden Kenntnisse zur medizinischen und diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen vermittelt und Einblicke in das Feld der Bio-Nanotechnologie gegeben. Schwerpunktmäßig werden folgende Themen behandelt: Essentielle Elemente, Biomoleküle als Liganden von Metallionen, Metalloproteine (Transport, Regulierung, Lagerung von Metallionen), Elektronentransferproteine, Sauerstofftransport und Sauerstoffaktivierung, Stickstoff-aktivierung, Hydrolasen, Toxizität von Metallen, medizinische und diagnostische Anwendungen, Bio-Nanotechnologie.
Medienformen	Tafel, Powerpointpräsentation
Literatur	1. W. Kaim, B. Schwederski „Bioanorganische Chemie“, Vieweg + Teubner: Stuttgart (5. Auflage 2012, ISBN: 9783834806345) 2. H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte „Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry“, Wiley-VCH: Weinheim (1. Auflage 2006, ISBN: 9783527313051)
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom 09.12.2015

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Supramolekulare Koordinationschemie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau				
Turnus jedes Winter-Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Supramolekulare Chemie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Supramolekulare Chemie	Ü/S	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Guido Clever
Dozent(in)	Prof. Dr. Guido Clever und Mitarbeiter
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	erfolgreiche Teilnahme an MAC1, MOC1
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Supramolekulare Chemie, mit Fokus auf Koordinationsverbindungen und bio-inspirierte und bio-konjugierte Systeme; nicht-kovalente Wechselwirkungen, Selbst-Assemblierung, Wirt-Gast-Chemie, molekulare Schalter und Maschinen, supramolekulare Katalyse, physikalisch-organische Grundlagen und Untersuchungsmethoden
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlernen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der Supramolekularen Chemie. Sie erlangen Wissen im Bereich physikalisch-organischer Chemie bezüglich intermolekularer Wechselwirkungen, verschiedenster analytischer Methoden für Charakterisierung und Quantifizierung von solchen Wechselwirkungen sowie Beispiele, wie diese systematisch für das Design

	supramolekularer Systeme verwendet werden können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen in praxisorientierten Übungen zu Design und Charakterisierung von supramolekularen Systemen. - Interdisziplinäres Transferdenken, Gemeinsamkeiten und Komplementarität von Konzepten aus den Disziplinen der Chemie, sowie Biologie und Physik Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur molekularen Selbst-Assemblierung und Erkennung mit biologischer Relevanz, synthetische Wirt-Gast-Chemie, Charakterisierungsmethoden, etc.
Inhalt	• Allgemeine Aspekte, Inspiration aus der Natur • Nicht-kovalente Wechselwirkungen • Physikalische Untersuchungsmethoden • Selbst-Assemblierung und Wirt-Gast-Chemie • Bioorganische, biologische und bioinspirierte Systeme • Materialien und Grenzflächen • Topologie, Mechanisch verknüpfte Architekturen • Molekulare Schalter und Maschinen • Supramolekulare Katalyse
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, Molekülmodelle, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	J. W. Steed, J. L. Atwood, *Supramolecular Chemistry*, Wiley, 2000. "Modern Supramolekular Chemistry", F. Diederich, P. J. Stang, R. R. Tykwinski (Eds.), Wiley-VCH, Weinheim 2008, ISBN: 978-3-527-31826-1. “Supramolecular Chemistry", P. D. Beer, P. A. Gale, D. K. Smith, Oxford University Press, Oxford, 1999. H.-J. Schneider, A. Yatsimirsky, *Principles and Methods in Supramolecular Chemistry*, John Wiley & Sons Ltd. 2000. J.M. Lehn *Supramolecular Chemistry,* VCH, 1995
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom 10.06.2015

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Functional Coordination Networks**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: AC M.Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Functional Coordination Networks	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Functional Coordination Networks	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	JProf. Dr. Sebastian Henke
Dozent(in)	JProf. Dr. Sebastian Henke und Mitarbeiter
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Vortrag mit Diskussion (Studienleistung, 25% der Abschlussnote) sowie Modulabschluss-Klausur oder mündliche Prüfung. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Material- und Festkörperchemie, mit Fokus auf Koordinationsnetzwerken und Koordinationspolymeren; Netzwerktopologie, Konzept der molekularen Baueinheiten, Retikulare Synthese, Adsorbentien, Gasspeicher, Festkörperelektrolyte, Wirt-Gast-Chemie, Phasenumwandlungen, Ferroelektrizität, physikalisch-chemische Grundlagen und Untersuchungsmethoden

Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlernen Grundlagen sowie weiterführendes Wissen zur Materialklasse der Koordinationsnetzwerke. Sie erlangen Kenntnisse im Bereich der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten und Funktionalisierung. Weiterhin werden relevante analytische Methoden zur Charakterisierung von Festkörpermaterialien vermittelt.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen in praxisorientierten Übungen zum Strukturdesign und zur technologischen Anwendung von Koordinationsnetzwerken. - Interdisziplinäres Denken, Verknüpfung und Transfer von chemischen, physikalischen und materialwissenschaftlichen Konzepten. Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur Netzwerktopologie, Funktionalisierung, Porosität, Ferroelektrizität, Wirt-Gast-Interaktion, Phasen-umwandlungen, Charakterisierungsmethoden, etc.
Inhalt	• Koordinationschemie (Übergangs- und Hauptgruppenmetalle und Lanthanoide) • Topologische Beschreibung von Festkörpern • Koordinationsnetzwerke und -polymere • Gasadsorption und spezifische Oberfläche • Flexibilität, Dynamik und Phasenumwandlungen • Struktur-Eigenschafts-Prinzipien • Morphologie und Mikrostruktur • Ferroelektrika • Physikalische Untersuchungsmethoden
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, *Science* **2013**, *341*, 1230444.

Wahlpflichtvorlesungen

der

Analytischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Analytische Chemie - Wasser und Boden I**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Analytische Chemie - Wasser und Boden I	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Analytische Chemie - Wasser und Boden I	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke, Prof. Dr. Michael Spiteller
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Es wird ein Überblick über die gängigen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik erlangt. Moderne Probenvorbereitung und Trennmethoden können grundlegend erläutert, die Funktionsweise der Geräte erklärt und Anwendungsbereiche dargestellt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - die grundlegenden analytischen Trennmethoden und Probenvorbereitungen der Wasser- und Bodenanalytik einzuordnen. - das Wissen im Bereich verschiedenster eingesetzter Geräte anzuwenden und über deren Einsatzbereich (je nach Problemstellung) zu entscheiden. - die theoretischen Hintergründe der Methoden

	detailliert zu erklären - Methodenkenndaten für chromatographische Trennungen zu bestimmen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur Analytik von Umweltschadstoffen
Inhalt	**Umweltanalytik allg:** qualitative/quantitative Verfahren; Kalibrierung und Validierung, chromatographische Techniken zur Probenvorbereitung und Analytseparation (GC, LC, SFC, DC, IC), Detektoren für GC und HPLC, Versuchsplanung, -durchführung und –auswertung; aktuelle Trends und Untersuchungsmethoden **Wasser :** Bestimmung von: Trübung, Redoxpotential, pH-Wert, Leitfähigkeit; Maßanalyse; Abwasseranalytik und Summenparameter (DOC, TOC, AOX, CSB, BSB, N, P); Anreicherungstechniken (SPE, SPME, FFE); leichtflüchtige Verbindungen mittels Headspace und Purge&Trap **Boden :** analytische Bestimmung von anorganischen Parametern, Huminstoffen und Schwermetallen; Bindungsformen im Boden; organische Summenparameter; Abbau von Schadstoffen (Sorption und Mobilität von z.B. PAK, Pestiziden); Extraktionsmethoden (ASE, SFE)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, weitere Arbeitsmaterialien, Übungen an Computerarbeitsplätzen
Literatur	• Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1990 • D.L.Rowell: Bodenkunde-Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen, Springer Verlag Berlin, 1997 • Georg Schwedt: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2008 • Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005 • Karl Höll: Wasser, 8.Auflage, Walter de Gruyter Verlag Berlin, 2002 • Marc Pansu, Jacques Gautheyrou: Handbook of Soil Analysis, Springer Verlag Berlin, 2006 • Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-VerlagGmbH, Eschborn, 2008 • H.-J. Hübschmann: Handbuch der GC-MS, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1996

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Analytische Chemie - Wasser und Boden II**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Analytische Chemie - Wasser und Boden II	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Analytische Chemie - Wasser und Boden II	Ü/S	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke, Prof. Dr. Michael Spiteller
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie, Erfolgreiche Teilnahme an Analytische Chemie - Wasser und Boden I
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Es wird ein Überblick über die gängigen instrumentellen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik erlangt. Diese können grundlegend erläutert, die Funktionsweise der Geräte erklärt und Anwendungsbereiche dargestellt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - die grundlegenden instrumentellen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik einzuordnen. - das Wissen im Bereich verschiedenster instrumenteller analytischer Geräte und über deren Einsatzbereich (je nach Problemstellung) anzuwenden. - die theoretischen Hintergründe der Bestimmungsmethoden detailliert zu erklären.

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur Analytik von Umweltschadstoffen
Inhalt	**Umweltanalytik allg:** Kopplungstechniken von Chromatographie mit modernen Detektoren (MS, HR-MS, IR, DAD, Fluoreszenz, AED); Isotopenmassenspekrometrie (IRMS), Verbleib von Verbindungen mittels Stabilisotopenanalytik, Ionenmobilitätsspektrometrie, ^{14}C-Analytik, MALDI-MS, Probenahme, aktuelle Trends und Untersuchungsmethoden **Wasser :** Schwermetalle (Atomspektrometrie: AAS, AES, ICP-MS), Bestimmung organischer Schadstoffe (Arzneimittelrückstände, Industriechemikalien, Hormone) **Boden :** analytische Bestimmung von anorganischen und organischen Spurenverbindungen, Radiotracermethoden
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	• Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1990 • D.L.Rowell: Bodenkunde-Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen, Springer Verlag Berlin, 1997 • Georg Schwedt: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2008 • Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005 • Karl Höll: Wasser, 8.Auflage, Walter de Gruyter Verlag Berlin, 2002 • Marc Pansu, Jacques Gautheyrou: Handbook of Soil Analysis, Springer Verlag Berlin, 2006 • Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-VerlagGmbH, Eschborn, 2008 • H.-J. Hübschmann: Handbuch der GC-MS, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1996

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Umweltchemie**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Umweltchemie	V	3	2	30 h	60 h
2	Seminar zu Umweltchemie	S	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke, Prof. Dr. Michael Spiteller
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Es wird ein Überblick über die grundlegenden Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden vermittelt. Es wird die Fähigkeiten erlangt, komplexe Prozesse in der Umwelt einzuordnen, im Besonderen die Wechselwirkungen der verschiedenen Umweltkompartimente und der darin enthaltenen Stoffe. Die ablaufenden Prozesse können erklärt werden und Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem werden erkannt.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - die grundlegenden Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden zu erklären. - Sie erlangen die Fähigkeiten, die komplexen Prozesse in der Umwelt einzuordnen.

	- die Wechselwirkungen/Prozesse der verschiedenen Umweltkompartimente und der enthaltenen Stoffe zu beschreiben. - die Auswirkungen einzelner Einflüsse auf das gesamte Ökosystem zu erkennen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen um komplexe umweltchemische Probleme zu erkennen/lösen Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zum Umweltverhalten von Chemikalien
Inhalt	**Atmosphärenchemie:** Aerosole, Ozon, Photochemie, Luftverschmutzung, Treibhauseffekt, Feinstaub, Smog **Wasserchemie:** Stoffhaushalt der Gewässer, chemische Verschmutzungsindikatoren, physikalische Verhältnisse im Gewässer, Ionengleichgewichte und –löslichkeit; Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung, Verhalten von Schadstoffen **Bodenchemie:** Wasser-, Luft- und Nährstoffgehalt, Schwermetalle, saurer Regen, Sorption, Mobilität und Abbau von organischen Schadstoffen **Allg.:** Zusammensetzung, Bedeutung und Stoffkreisläufe (Wasser, Boden und Luft); Verbleib von organischen Schadstoffen (Distribution, Akkumulation); spezielle Xenobiotika/Stoffklassen (Pestizide, Nanopartikel, Arzneimittelrückstände); neuste Trends und aktuelle Problemverbindungen
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, elektronische Skripte, Tafelbilder, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	• Claus Bliefert: Umweltchemie, Wiley-VCH Weinheim, 2002 • Jürgen Schwörbel, Heinz Brendelberger: Einführung in die Limnologie, 9.Auflage, Spektrum Verlag, 2005 • Georg Schwedt: Taschenatlas der Umweltchemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1996 • Ulrich Gisi: Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1990

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Einführung in die Massenspektrometrie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in die Massenspektrometrie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen/Seminar zu Einführung in die Massenspektrometrie	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Michael Spiteller
Dozent(in)	Prof. Dr. Michael Spiteller, Dr. Sebastian Zühlke
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie
Studien-/Prüfungsleistungen	benotete Präsentation (Vortrag) mit Diskussion
Studienziele	Es wird ein Überblick über die Massenspektrometrie erlangt. Moderne Massenspektrometer werden grundlegend erläutert, die Funktionsweise der Geräte erklärt und Anwendungsbereiche dargestellt. Neben praktischen Auswertungen am Computerarbeitsplatz (Übungen) wird auch eine Exkursion in ein massenspektrometrisches Labor der Industrie angeboten.
Angestrebte Lernergebnisse	Den Studierenden werden die Grundlagen der Massenspektrometrie inkl. der notwendigen Theorie anhand von praktischen Beispielen vermittelt und die Massenspektrometrie als eine Methode im Rahmen der Strukturaufklärung vorgestellt.
Vermittelte	Methodenkompetenzen:

Schlüsselkompetenzen	- Nutzung von theoretischem Wissen zur praxisorientierten Lösung von massenspektrometrischen Problemen Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur Massenspektrometrie
Inhalt	• Gerätetypen • EI Ionisation • ESI Ionisation • APCI Ionisation • Eliminierung, Alpha Spaltung, McLafferty Spaltung, Wasserstoff - Rearrangement, Massenspektren von: Alkanen, Fettsäuren und Fettsäureoxydationsprodukten, Heterocyclen insbesondere Naturstoffe • Kopplungsmethoden mit GC and HPLC
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Tafelbilder, elektronische Skripte, Übungen an Computerarbeitsplätzen
Literatur	• Fred W. McLafferty, Frantisek Turecek: Interpretation von Massenspektren, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, Oxford, 1995 • Richard B. Cole: Electrospray Ionization Mass Spectrometry, John Wiley & Sons, Inc., 1997 • Wolf D. Lehmann: Massenspektrometrie in der Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, Oxford, 1996

Modulbezeichnung		Hochauflösende NMR in der Chemie und Chemischen Biologie		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Hochauflösende NMR in der Chemie und Chemischen Biologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Hochauflösende NMR in der Chemie und Chemischen Biologie	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. W. Hiller
Dozent(in)	Dr. W. Hiller
Sprache	Englisch, Deutsch (Vorlesung auf Englisch, Fragen und Antworten in Übungen und Vorlesungen können auf Deutsch und Englisch erfolgen)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Studien-/Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse zur Strukturanalyse mittels moderner multidimensionaler NMR-Methoden
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende: - fortgeschrittene und moderne NMR-Methoden kennen und gemäß der Problemstellung auswählen können, - aus gegebenen NMR-Spektren sinnvolle Strukturvorschläge für die untersuchte Substanz sowie aus einer gegebenen Strukturformel die

	entsprechenden NMR-Spektren ableiten können, - den grundlegenden apparativen Aufbau der Analysengeräte kennen und die Bedeutung messtechnischer Schlüsselelemente erläutern können, - die Methodik der Verarbeitung von gewonnen Rohdaten kennen und anwenden können, - die erhaltenen Analysenergebnisse für eine Substanz kombinieren und Rückschlüsse auf strukturelle Eigenschaften ziehen können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Fachübergreifendes Lernen: - Nutzung von analytischen Methoden für chemische Fragestellungen, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren. Sozialkompetenzen: - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit hohen Magnetfeldern.
Inhalt:	**Hochauflösende NMR** - Grundlagen der NMR (Vektormodell, Operatormodell, chemische Verschiebung, Signalintensität, direkte und indirekte Kernspinkopplung) - Multikern-NMR (u.a. ^{1}H-, ^{13}C-, ^{15}N-, ^{17}O-, ^{29}Si-, ^{31}P-NMR) - allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen, Additivitätsregeln, Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten - qualitative und quantitative Heterokern-NMR-Messungen - Entkopplungsverfahren - zweidimensionale NMR: Grundlagen (Absolutwert- und phasenempfindliche Verfahren, homonukleare und heteronukleare Techniken), 2D-NMR und Strukturanalyse - Prozessieren von NMR-Messungen - Selektive Anregung mittels geformter Pulse - Lösungsmittelunterdrückungsmethoden - Bestimmung von Strukturen mittels unterschiedlicher NMR-Verfahren - Einführung in die Bio-NMR - DOSY (diffusion ordered spectroscopy) zur Analyse von chemischen Gemischen und Molekülgrößenbestimmung - NMR-Charakterisierung von Polymeren (Mikrostruktur, chemische Zusammensetzung, Moleküldynamik) - Kopplung von HPLC und NMR
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien, Anschauungsmaterial: Besichtigung des NMR-Labors.

Literatur	**Hochauflösende NMR:** - 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 - Terence Mitchell, Burkhard Costisella, NMR- From Spectra to Structures, Springer-Verlag, 2007 - James Keeler, Understanding NMR Spectroscopy, John Wiley & Sons Ltd. 2005
Neues Modul	Beschluss am 13.07.2016 im Fakultätsrat

Wahlpflichtvorlesungen

der

Organischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Metallorganische Chemie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Nach einer Einführung in grundlegende Eigenschaften metallorganischer Verbindungen werden die Strukturen und Reaktionen wichtiger metallorganischer Verbindungen (Li, Mg, Zn, B, Si, Ti, Zr, Cu, Pd) besprochen. Exkurse zu wichtigen Teilgebieten und Anwendungen runden die Vorlesung ab.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende ein fundiertes Wissen über Metallorganische Chemie besitzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verstehen und Vorhersagen von Reaktionen metallorganischer Verbindungen - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung

	Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Grundlagen metallorganischer Reaktionen (Selektivität, Effizienz, Thermodynamik, Kinetik); Lithiumorganische Verbindungen; Magnesiumorganische Verbindungen; Zinkorganische Verbindungen; Bororganische Verbindungen; Siliciumorganische Verbindungen; Titanorganische Verbindungen; Kupferorganische Verbindungen; Palladiumkatalysierte Reaktionen; Exkurse: HSAB-Prinzip, Acidität und Basizität, Chiralitätsverstärkung, Doppelte Stereodifferenzierung, Kinetische Racematspaltung
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation
Literatur	N. Krause, Metallorganische Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Pericyclische Reaktionen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Nach einer ausführlichen Einführung in die Molekülorbital- und Störungstheorie und die Anwendung der Klopman-Salem-Gleichung auf ionische Reaktionen werden die grundlegenden Typen pericyclischer Reaktionen (Sigmatrope Umlagerungen, Elektrocyclische Reaktionen, Cycloadditionen) besprochen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Anwendung der grundlegenden Konzepte auf Reaktivitäts- und Selektivitätsprobleme.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende ein fundiertes Wissen über Pericyclische Reaktionen besitzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verstehen und Vorhersagen des Ergebnisses und des mechanistischen Verlaufs von Pericyclischen

	Reaktionen - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Einführung: Grundlegende Fragestellungen; Molekülorbitale und Grenzorbitale; Störungstheorie; Die Klopman-Salem-Gleichung; Ionische Reaktionen; HSAB-Prinzip; Sigmatrope Umlagerungen: [1,n]-Wasserstoffverschiebungen, Cope- und Claisen-Umlagerung; Elektrocyclische Reaktionen; [2+2]-Cycloadditionen; [4+2]-Cycloadditionen.
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation
Literatur	I. Fleming, Grenzorbitale und Reaktionen Organischer Verbindungen

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Grundlagen der Organischen Stereochemie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Grundlagen der Organischen Stereochemie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Grundlagen der Organischen Stereochemie	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module M-OC-1 und M-OC-2
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur , Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Vorlesung wird das grundlegende Verständnis des räumlichen Aufbaus und dynamischen Verhaltens organischer Moleküle vertieft. Hierzu werden die wichtigsten Begriffe und Regeln zur Stereochemie erläutert und eingehend diskutiert.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende ein fundiertes Wissen über Grundlagen der Organischen Stereochemie besitzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verstehen und Vorhersagen der stereochemischen Eigenschaften organischer Moleküle - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur

	Problemlösung Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Historische Entwicklung; Statische Stereochemie: Klassifizierung von Molekülen durch Isomerie und Symmetrie; Strukturelle Ursachen für Chiralität; R,S-Nomenklatur; Absolute und relative Konfiguration; Moleküle mit mehreren Chiralitätszentren; Klassifizierung sterischer Beziehungen zwischen Molekülteilen; Dynamische Stereochemie: Methoden, NMR-Spektroskopie; Dynamische Stereochemie von Ringsystemen; Stereochemie und Reaktionsaufklärung: Sigmatrope Umlagerungen, Enzymreaktionen
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation
Literatur	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Stereoselektive Synthese**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module M-OC-1 und M-OC-2
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Aufbauend auf grundlegenden Konzepten der statischen Stereochemie werden Grundlagen und Anwendungen moderner stereoselektiver Syntheseverfahren besprochen. Die Einteilung des Stoffs erfolgt dabei nach dem Typ der geknüpften Bindung (C-H-, C-O-, C-N-, C-C-Bindung).
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende ein fundiertes Wissen über Stereoselektive Synthese besitzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verstehen und Vorhersagen stereoselektiver Reaktionen organischer Moleküle - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung Sozialkompetenzen:

	- Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Literatur	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Klassische und neuere Synthesemethoden**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Klassische und neuere Synthesemethoden	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Klassische und neuere Synthesemethoden	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module M-OC-1 und M-OC-2V, M-OC-2P, M-OC-3
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur am Ende des Moduls in der vorlesungsfreien Zeit. Wiederholungsklausur in der vorlesungsfreien Zeit.
Studienziele	Nach einer ausführlichen Einführung in die Molekülorbital- und Störungstheorie werden die leistungsfähigen, aber häufig unbekannten Synthesemethoden detailliert besprochen.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende ein fundiertes Wissen über bekannte und unbekannte Synthesemethoden besitzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verstehen und Vorhersagen des Ergebnisses und des mechanistischen Verlaufs von bekannten und unbekannten Synthesemethoden

	- Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Einführung: Grundlegende Fragestellungen; Molekülorbitale und Grenzorbitale; Störungstheorie; Die Klopman-Salem-Gleichung; HSAB-Prinzip; Reaktionen: Grob-Fragmentierung; Favorskii-Umlagerung, Nazarov-Cyclisierung, Ugi-Reaktion etc.
Medienformen	Tafel und/oder PowerPoint-Präsentation
Literatur	I. Fleming, Grenzorbitale und Reaktionen Organischer Verbindungen Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften)

Modulbezeichnung	Statische Stereochemie			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Schriftliche Modulprüfung
Studienziele und angestrebte Lernergebnisse	Schulung der Kompetenz zur Wahrnehmung, Bewertung und konventionsgemäßen Benennung der stereochemischen Eigenschaften organischer oder metallorganischer Moleküle.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Kompetenz zur Analyse der stereochemischer Eigenschaften organischer oder metallorganischer Moleküle. Kompetenz zur form- und konventionsgemäßen Darstellung und Vermittlung stereochemischer Sachverhalte in Wort und Bild. grundlegende Kompetenzen für ein Studium der Dynamischen Stereochemie und der Asymmetrischen Synthese.
Inhalt	• Symmetrie und Punktgruppen • Zentrale Chiralität • Stereotopie • Prostereogenität • Axiale Chiralität

	• Planare Chiralität • Helicale Chiralität Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.
Medienformen	Tafel
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung	Synthesewissenschaften I			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc.: 5 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc.: keine M. Sc.: B. Sc. Chemie , B. Sc. Chem. Biologie oder gleichwertige Abschlüsse
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss von MOC1, MOC2
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Schriftliche Modulprüfung
Studienziele und angestrebte Lernergebnisse	Schulung der synthesetechnologischen und synthese-wissenschaftlichen Kompetenzen zur Lösung retrosynthetischer Fragestellungen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Kompetenz zur synthesetechnologischen Beantwortung retrosynthetischer Fragestellungen. Kompetenz zur synthesewissenschaftlichen Analyse synthesetechnologischer Antworten auf retrosynthetische Fragestellungen. Kompetenz zur form- und konventionsgemäßen Darstellung und Vermittlung organisch-chemischer Sachverhalte in Wort und Bild.
Inhalt	• Radikalische C/C-Bindungsbildung • Bimolekulare nucleophile Substitution

	• Elektrophile Additionen an C/C-Doppelbindungen • Substitutionen am Aromaten • Synthese von C/C-Doppel- und Dreifachbindungen • Lithiumorganyle in der Synthese • Bororganyle in der Synthese • Stereoselektive Reduktion von Carbonylgruppen • Stereoselektive Adol-Additionen • Pd-katalysierte C/C-Bindungsbildungsprozesse • Metathese • Nucleophile [1,2]-Umlagerungen • Claisen-Umlagerung • Diels−Alder-Zykloaddition Themen im wöchentlichen Wechsel. Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.
Medienformen	Tafel
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Synthesewissenschaften II		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1-4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. u. M. Sc. Chemie, B. Sc. u. M. Sc. Chem. Biol.

Modulstruktur

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

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	–
Empfohlene Voraussetzungen	Die bestandenen Module M-OC2V und M-OC3; idealerweise das bestandene Modul „Synthesewissenschaften I“
Studienleistungen und Prüfungsleistung	schriftliche Modulprüfung
Studienziele und angestrebte Lernergebnisse	Schulung der synthesetechnologischen und synthesewissenschaftlichen Kenntnisse zur Lösung retrosynthetischer Fragestellungen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Kompetenz zur synthesewissenschaftlichen Beantwortung retrosynthetischer Fragestellungen. Kompetenz zur form- und konventionsgemäßen Darstellung und Vermittlung organisch-chemischer Sachverhalte in Wort und Bild.
Inhalt	(1) radikalische intramolekulare C/C-Bindungsbildung; (2) ausgewählte Palladium-katalysierte C/C-Bindungsbildungsprozesse; (3) Dreiringsynthese: Zyklopropanierung; (4) Fünfringsynthese: Pauson–Khand-Reaktion; (5) Fünfringsynthese: Nazarov-Zyklisierung; (6) Sechsringsynthese: Robinson-Annelierung und Hajos−Parrish-Reaktion; (7) Siebenringsynthese: Cope-Umlagerung; (8) Siebenringsynthese: Rhodium(I)-katalysierte intramolekulare

	(5+2)-Zykloaddition; (9) Pyrroldinsynthese durch 1,3-dipolare Zykloadditionen mit Azomethinyliden; (10) 1,2-Oxazolidinsynthese und Zugang zu γ-Aminoalkoholen durch 1,3-dipolare Zykloadditionen mit Nitronen; (11) nucleophile 1,2-Umlagerungen zum Stickstoffatom; (12) C(sp^3)−H-Oxidation; (13) Fotochemie Themen im wöchentlichen Wechsel. Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.
Medienformen	Tafel
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung	Synthesewissenschaften III			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-Studium
1	Synthesewissenschaften III	V	3	2	30 h	60 h
2		Ü	1	1	15 h	15 h
Summe			4	3	45 h	75 h

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studienleistungen und Prüfungsleistung	schriftliche Modulprüfung
Studienziele und angestrebte Lernergebnisse	Schulung der synthesetechnologischen und synthesewissenschaftlichen Kenntnisse zur Lösung retrosynthetischer Fragestellungen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Kompetenz zur synthesetechnologischen Beantwortung retrosynthetischer Fragestellungen. Kompetenz zur synthesewissenschaftlichen Analyse synthesetechnologischer Antworten auf retrosynthetische Fragestellungen. Kompetenz zur form- und konventionsgemäßen Darstellung und Vermittlung organisch-chemischer Sachverhalte in Wort und Bild.
Inhalt	• Radikalische C/C-Bindungsbildung III • Achmatowicz-Reaktion • Pd-katalysierte C/C-Bindungsbildungsprozesse III • Siliziumorganyle in der Synthese

	• Zinnorganyle in der Synthese • Pinakol- und Semipinakol-Umlagerungen • Bischler−Napieralski-Reaktion • Pictet−Spengler-Reaktion • Mukaiyama-Aldolreaktion • Polyen-Zyklisierungen • Claisen-Umlagerungen II • Elektrozyklisierungen Themen im wöchentlichen Wechsel. Eine Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.
Medienformen	Tafel
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Makromolekulare Chemie I**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vorlesung „Makromolekulare Chemie I“	V	3	2	30	60
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15	15
	Summe		**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. R. Weberskirch
Dozent	Prof. Dr. R. Weberskirch
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vermittlung der Grundlagen auf dem Gebiet der Makromolekularen Chemie unter besonderer Berücksichtigung von Synthesemethoden und analytischen Methoden.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende in der Lage sein: - Die historische Entwicklung auf dem Gebiet der Polymere zu kennen und diese vor dem allgemeinen Hintergrund der Wissenschaftsgeschichte einordnen zu können. - Über grundlegende Technologien bei der Herstellung und Verarbeitung von Polymeren Bescheid zu wissen und entsprechende Beispiele anführen und fachlich

	fundiert erklären zu können. - Die Begrifflichkeiten bezüglich der Polymerchemie sicher zu beherrschen und auf Vertreter dieser Stoffklasse anwenden zu können. - Die Systematiken zur Kategorisierung von Polymeren zu kennen, über die Eigenschaften von Vertretern dieser Stoffklasse Bescheid zu wissen und diese Kenntnisse mit geeigneten Beispielen illustrieren zu können. - Wissen über grundlegende Synthesestrategien für Polymere zu haben, Syntheserouten für ein gegebenes Polymer vorschlagen zu können und die angewendete Methodik fachlich fundiert zu begründen. - Die grundlegenden analytischen Methoden für die Charakterisierung von Polymeren zu kennen, geeignete analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, die Ergebnisse fundiert einordnen zu können und kritisch zu hinterfragen. - Die Stoffeigenschaften von Polymeren bezüglich ihrer Reaktivität und Struktur erläutern zu können und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage des vermittelten Wissens zu machen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen. - Informationsgewinnung u. a. durch Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache). - Projekt- und Zeitmanagement. Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der Stoffklasse in Technik, Biologie und Medizin.
Inhalt	**1) Einführung in die Polymerchemie** Oligomere, Polymere, Nomenklatur, historische Entwicklung, Aufbauprinzipien, Konstitution von Polymerketten, Mikrostruktur und Taktizität, Einteilung der Polymere nach Rohstoffen, Herstellungsverfahren, Technologie bzw. mechanischen und thermischen Eigenschaften; Thermodynamik von Polymerisationen **2) Synthesemethoden von Polymeren - Ketten- und Stufenreaktionen** Jeweils grundlegende Mechanismen, Kinetik und Beispiele zu Synthesemethoden, die in der Polymerchemie Verwendung finden: - Freie radikalische Polymerisation und Copolymerisation - Kontrollierte radikalische Polymerisation (z. B. RAFT, ATRP, NMP) - Anionische Polymerisation

	- Ziegler-Natta Polymerisation - Ringöffnende Metathese Polymerisation - Polykondensation und –additionsreaktionen - Neue Entwicklungen in der Polymerchemie: Enzymatische Synthesen, - molekular definierte Oligomere und Polymere, Biopolymere - Methoden der Polymersynthese: Lösungspolymerisation, Emulsionspolymerisation, Substanzpolymerisation **3) Methoden zur Charakterisierung von Polymeren** - Methoden zur Molmassenbestimmung; Gelpermeationschromatographie, Viskosimetrie, Kuhn-Mark-Houwing; Membranosmose, Absolut-, Relativ- und Äquivalentmethoden, Poisson- und Schulz-Flory Verteilungen - Methoden zur Molmassenbestimmung; Gelpermeationschromatographie, Viskosimetrie, Kuhn-Mark-Houwing; Membranosmose, Absolut-, Relativ- und Äquivalentmethoden, Poisson- und Schulz-Flory Verteilungen - Thermische Charakterisierung; Glasübergangstemperatur von Polymeren - Differential Scanning Calorimetrie (DSC); Thermogravimetrie (TGA) - Mechanische Untersuchung von Polymeren; Zug-Dehnungsdiagramme, Dynamisch-mechanische Thermoanalyse, Verlust- und Speichermodul; Viskoelastizität von Polymeren
Medienformen	Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	Tieke, Bernd "Makromolekulare Chemie Eine Einführung", 2., vollst. überarb. u. erw. Auflage - September 2005 47,90 Euro 2005. XXIII, 368 Seiten, Softcover 149 Abb., 23 Tab. Elias, Hans-Georg "An Introduction to Plastics" 2., völlig neu überarbeitete Auflage - September 2003 95,90 Euro 2003. XXII, 387 Seiten, Hardcover 163 Abb., 111 Tab.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Makromolekulare Chemie II**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Makromolekulare Chemie II	V	3	2	30	60
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15	15
	Summe		**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. R. Weberskirch
Dozenten	Prof. Dr. R. Weberskirch; Prof. Dr. H. W. Engels
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie, Vorlesung „Makromolekulare Chemie I“
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vermittlung der Bedeutung von Polymeren in der chem. Industrie, in der Medizin und der organischen Elektronik.
Angestrebte Lernergebnisse	- Die Bedeutung von Polymeren in der Medizin, der organischen Elektronik und industriellen Anwendungen soll an ausgewählten Beispielen behandelt werden. - Über grundlegende Technologien bei der Herstellung und Verarbeitung von Polymeren Bescheid zu wissen und entsprechende Beispiele anführen und fachlich fundiert erklären zu können. - Die Begrifflichkeiten der Polymerchemie in den drei Anwendungsgebieten Medizin, Elektronik und spez. industriellen Anwendungen sicher zu beherrschen und

	auf Vertreter dieser Stoffklasse anwenden zu können. - Die wichtigsten Polymere für die oben genannten Anwendungsgebieten sollten benannt werden können, sowie deren Herstellungsverfahren und wichtige Eigenschaften. - Es sollen problemorientierte Synthesestrategien vermittelt werden. - Die grundlegenden analytischen Methoden für die Charakterisierung von Polymeren zu kennen, geeignete analytische Methoden problemorientiert auszuwählen, die Ergebnisse fundiert einordnen zu können und kritisch zu hinterfragen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen. - Informationsgewinnung u. a. durch Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache). Fachübergreifendes Lernen: - Im Rahmen der Vorlesung soll die Bedeutung und Anwendung von Polymeren in der Technik, der Medizin und aktuellen industriellen Anwendungen, wie Klebstoffen, Lacken und Fahrzeugbau an konkreten Beispielen erläutert werden.
Inhalt	**<u>1) Polymere in der Medizin (Weberskirch)</u>** **- Anforderungsprofil** an ein Polymer für den Einsatz in der Medizin; Definition der Biokompatibilität **- Implantate:** Biokompatibilität und –funktion; Anforderungs-profile**,** Bsp.: Knochenzement ; intraokulare Linsen **- Konzepte der Geweberegeneration:** Bioabbaubare Polymere – Mechanismen des Polymerabbaus– wichtige bioabbaue Polymere – Welche Parameter kontrollieren Bioabbaubarkeit? Hydrogele – extrazelluläre Matrix Mimetika-erfolgreicher Einsatz der Geweberegenation **- Polymere für den Wirkstofftransport:** Mechanismen der Wirkstofffreisetzung – Spezialfall: Krebstherapie – Polymer-Wirkstoffkonjugate; Liposomen – EPR-Effekt; Nanomedizin: Targeting & kontrollierte Freisetzung - **Kardiovaskuläre Erkrankungen:** Was versteht man unter dem Begriff der Blutkompatibilität? – Entwicklung künstlicher Blutgefäße – Gefäßstützen („Stents“) aus biodegradierbaren Kunststoffen **<u>2) Polymeranwendungen in der chem. Industrie (Engels)</u>** - Polymere Klebstoffe und Technologie des Klebens; adhäsive Wechselwirkungen; Benetzungsverhalten; Oberflächenenergien; Methoden der Oberflächen-behandlungen; physikal. / chem. Aushärten; chemische Reaktionen des Klebens - Faserverstärkte Kunststoffe; Anwendungsgebiete; Verarbeitungsverfahren; Fasertypen; - Polymerlacke; Lacklösemittel; Mechanismen der Lackaushärtung; Alkydharze; Farbpigmente;

	Polyurethanelacke; Stufen einer Auto-Serienlackierung; Lackdispersionen; Filmbildung; UV-Vernetzung; Pulverlacke; - Methoden der Polymerverarbeitung; Extrusion; Aufbau und Funktion eines Extruders; Injection Moulding; Thermoforming; - Rolle von Additiven und Füllmaterialien in der Polymerchemie **<u>3) Polymere in der org. Elektronik (Weberskirch)</u>** - Organische ↔ anorganische Halbleiter; Bändermodell; leitfähige Polymere durch Dotierung, Ladungstransport; - Polyacetylen-Synthese, Eigenschaften; Erzeugung von Polaronen, Bipolaronen; Polythiophene – chem. und Übergangsmetall katalysierte Herstellungsverfahren, PPV, Polyfluorene – Synthese, Eigenschaften - OLED, PLED; historische Entwicklung; Aufbau und Funktionsweise einer OLED; verwendete Materialien; Photolumiszenz und Elektrolumineszenz; Singulett- und Triplettemitter; niedermolekulare und polymere Emittermaterialien; Wirkungsgrad und Effizienz; Herstellungsverfahren (OLED versus PLED) - Organische Solarzellen – Si-basierte Solarzellen; Polymer-basierte Solarzellen; Bänderschema, Wirkungsgrad ; Vor- und Nachteile unterschiedlicher Technologien
Medienformen	Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	**Erich Wintermantel:** „Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren", Springer Verlag (2002). **Klee D., Höcker H.:** "Polymers for biomedical application: Improvement of the interface compatibility", *Advances in Polymer Science* **2000,** *149*, 1-57. **W. Brütting, W. Rieß**, Grundlagen der organischen Halbleiter, *Physik Journal 7* (**2008**) Nr. 5, 33-38. **H. Shirakawa et al.;** *JACS* **1978**, *100*, 1013-15. **U. Scherf et al.,** *Adv. Mater*. **1995**, *7(3),* 292-295.
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom 06.11.2013

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Homogene Katalyse in der Organischen Synthese**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
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. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Homogene Katalyse in der Organischen Synthese	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Homogene Katalyse in der Organischen Synthese	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	JProf. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	JProf. Dr. M. M. Hansmann und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Synthese (erfolgreicher Abschluss der Module M-OC-1 und M-OC-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Erwerb grundlegender und moderner Kenntnisse auf dem Gebiet der homogenen Katalyse und deren Anwendung in der organischen Syntheseplanung.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende dieses Moduls sollen den Studierenden die Grundlagen und allgemeinen Konzepte der homogenen Katalyse (mit und ohne Übergangsmetall) bekannt sein. Die Studierenden sollen das Wissen in der Syntheseplanung komplexerer organischer Moleküle anwenden können. Typische Katalysatoren sollen in ihrer Reaktivität und Struktur eingeschätzt werden können und Vorhersagen auf Grundlage von theoretischem Wissen gemacht werden. Es

	soll erkannt werden, dass moderne Katalyseverfahren die Synthese von komplexeren organischen Verbindungen erheblich beschleunigen können und neue Bindungsschnitte ermöglichen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen - Interdisziplinäres Denken; Verknüpfung und Transfer von klassischen Synthesekonzepten mit katalytischen Methoden - logische Analyse grundlegender Syntheseplanungs-konzepte - Projekt und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Wesentliche Konzepte der Homogenkatalyse mit und ohne Übergangsmetallen werden vorgestellt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Anwendung in der organischen Syntheseplanung gelegt (Vertiefung in der entsprechenden Übungsgruppe). Katalyse mit Metallen: u. A. Konzepte der Pd-Katalyse (Kreuzkupplungen), Ru-Katalyse (Alken/Alkin-Metathese), Au-Katalyse (En-In Zyklisierung), Co-Katalyse (Alkintrimerisierungen), Cu-Katalyse (Klick-Chemie) etc.. Darüber hinaus folgt ein Einblick in typische Ligandenklassen sowie Katalysekonzepte ohne Metalle: Generelle Konzepte u. A. der Organokatalyse, Broensted-Säure Katalyse, Frustrierte Lewis-Paar Katalyse etc.
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	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
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. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC M. Sc. Chemische Biologie Fach:SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	JProf. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	JProf. Dr. M. M. Hansmann und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Synthese (erfolgreicher Abschluss der Module M-OC-1 und M-OC-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Erwerb grundlegender und moderner Kenntnisse auf dem Gebiet der Synthese, Eigenschaften und Anwendung von Heterozyklen.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende dieses Moduls sollen den Studierenden die Grundlagen und allgemeinen Konzepte der Heterozyklenchemie bekannt sein. Die Studierenden sollen das Wissen in der Syntheseplanung und Benennung komplexerer Heterozyklen anwenden können. Typische Reaktivitäten und Eigenschaften sollen eingeschätzt werden können und Vorhersagen auf Grundlage von theoretischem

	Wissen gemacht werden. Die Relevanz von Heterozyklen z. B. in der pharmazeutischen Chemie und chemischen Biologie soll erkannt werden.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen - Interdisziplinäres Denken; Verknüpfung und Transfer von klassischen Synthesekonzepten mit katalytischen Methoden - logische Analyse grundlegender Syntheseplanungs-konzepte - Projekt und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Wesentliche Konzepte der Synthese, Eigenschaften, Reaktivitäten und Anwendungen von Heterozyklen werden besprochen. Es wird mit einer Nomenklatur von Heterozyklen gestartet, gefolgt von einer systematischen Abhandlung sortiert nach Ringgrößen (3 Ringe, 4 Ringe bis hin zu makrozyklischen Ringen). Hierbei werden C-Atome durch typische Heteroatome (N, O, S etc.) einfach bzw. mehrfach substituiert. Die typischen Synthesestrategien wie Paar-Knorr, Hantsch-Synthese, Fischer-Indolsynthese etc. werden erläutert. Kurze Exkurse umfassen beispielweise Themen zu hoch gespannten Kohlenwasserstoffen, Carbenen, Aromatizität, Huisgen 1,3-Dipole, Phosphorheterozyklen, biologisch relevanten Heterozyklen.
Medienformen	Tafel, Zoom-Session und/oder Powerpoint-Präsentation.
Literatur	4. “Heterocyclic Chemistry” Joule, Mills, Wiley 2010 5. “The Chemistry of Heterocycles” Speicher, Eicher, Hauptmann, Wiley, 2013

Wahlpflichtvorlesungen

der

Physikalischen Chemie

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Computational Chemistry**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Vertiefungsveranstaltung			
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. M. Kast
Dozent(in)	Prof. Dr. S. M. Kast und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. im Modul M-M-1 (Mathematik für Chemiestudierende) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z.B. im Modul M-P-1 (Physik für Chemiestudierende) behandelt werden.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Zusammenhänge in den quantenmechanischen Grundlagen zur Berechnung von Eigenschaften chemischer Systeme. Die Studierenden sollen nach Beendigung der Vorlesung in der Lage sein, Möglichkeiten und Grenzen von Verfahren der theoretischen und computergestützten Chemie zu beurteilen und diese in der Praxis einzusetzen.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen verschiedene Berechnungs- und Modellierungsverfahren für chemische Probleme kennen

	lernen. Sie besitzen die Fähigkeit, für gegebene Anwendungen und Fragestellungen geeignete quantenchemische Berechnungsmethoden vorzuschlagen sowie die Grenzen der Vorhersagekraft und den Aufwand abzuschätzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von Grundlagenwissen zur Entwicklung von methodischen Lösungsstrategien - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Lösungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen theoretischer, insbesondere quantenchemischer Zugänge zu chemischen Problemen - Programmiertechniken Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze - Teamfähigkeit - Analysefähigkeit und Kreativität bei der Methodenwahl
Inhalt	**Grundlagen** Quantenmechanische Grundprinzipien: Wellenfunktionen, Operatoren, Schrödinger-Gleichung Basisentwicklungen und Matrixformulierung Variationsrechnung Quantenmechanisches Variationsprinzip **Prinzipien der Molekülorbital-(MO-)Theorie** LCAO-Ansatz Einelektronen-Moleküle Hückel-Modell Molekulare Potentialflächen **MO-Theorie für Vielelektronensysteme** Antisymmetrie-(Pauli-)Prinzip Slater-Determinanten Basissätze Hartree-Fock-Näherung Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie Grundlagen der Behandlung von Elektronenkorrelation (Störungstheorie, „Coupled Cluster“-Ansatz) Solvenseffekte Anwendungsbeispiele Vergleich mit experimentellen Daten
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Computerprogramme (u.a. Mathematica)
Literatur	F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd Ed. Wiley, 2006. A. R. Leach, Molecular Modelling: Principles and Applications, 2nd Ed., Pearson, 2001. A. Szabo, N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, 1996.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Biomolekulare Modellierung**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. M. Kast
Dozent(in)	Prof. Dr. S. M. Kast und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematik- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen M-M-1 (Mathematik für Chemiestudierende) und M-P-1 (Physik für Chemiestudierende) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Computational Chemistry, die z.B. in der gleichnamigen Wahlpflichtvorlesung erworben werden, sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Zusammenhänge in Modellierungs- und Simulationstechniken für komplexe biomolekulare Systeme. Die Studierenden sollen nach Beendigung der Vorlesung in der Lage sein, Möglichkeiten und Grenzen von computergestützten Verfahren zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen zu beurteilen und diese in der Praxis einzusetzen.

Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen verschiedene Berechnungs- und Simulationsverfahren für biologische Systeme kennen lernen. Sie besitzen die Fähigkeit, für gegebene Anwendungen und Fragestellungen sinnvolle Methoden vorzuschlagen sowie die Grenzen der Vorhersagekraft und den Aufwand abzuschätzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von Grundlagenwissen zur Entwicklung von methodischen Lösungsstrategien - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Lösungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen theoretischer Zugänge zu biochemischen und biophysikalischen Problemen - Programmiertechniken Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze - Teamfähigkeit - Analysefähigkeit und Kreativität bei der Methodenwahl
Inhalt	**Grundlagen** Molekulare Koordinatensysteme Klassische Mechanik Statistische Mechanik Prinzipien der Monte-Carlo-Simulation Prinzipien der Moleküldynamik-Simulationen Optimierungsverfahren/Vibrationsanalyse **Atomare Modelle für biologische Systeme** Intra- und intermolekulare Potentialfunktionen Potentialparametrisierung Aufbauprinzipien komplexer Molekülmodelle Effiziente Berechnungsmethoden **Berechnung von Observablen** Thermodynamische Größen Strukturelle Größen, Verteilungsfunktionen Dynamische Größen, Zeitkorrelationsfunktionen Vergleich mit experimentellen Daten **Spezielle Simulationstechniken** Erzeugung verschiedener Ensembles Freie-Energie-Simulationen Das „Potential of Mean Force“ Fortgeschrittene Methoden **Anwendungen** Biologische Membranen Proteindynamik Protein-Ligand-Bindung
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Computerprogramme (u.a. Mathematica)
Literatur	T. Schlick, Molecular Modeling and Simulation: An Interdisciplinary Guide, 2nd Ed., Springer, 2010. F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd Ed.

	Wiley, 2006. M. P. Allen, D. J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press, 1987.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Biophysikalische Chemie – Methoden und Anwendungen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Winter
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	erfolgreicher Abschluss der Module M-PC-1 und M-PC-2 bzw. M-PC-2B
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Am Ende des Moduls sollen die Studierenden die Grundlagen der biophysikalischen Chemie sowohl theoretisch als auch bezüglich praktischer Anwendungen verstanden haben und beherrschen.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende dieses Moduls sollen die Studierenden grundlegende biophysikalisch-chemische Konzepte kennen gelernt haben. Sie sollen die Prinzipien üblicher Methoden der Biophysik verstanden haben.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren - Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene mündliche und schriftliche

	Präsentation von Lösungskonzepten - logische Analyse grundlegender biophysikalisch-chemischer Phänomene Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	**Allgemeine Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle:** intermolekulare Wechselwirkungskräfte, hydrophober Effekt, Selbstorganisation amphiphiler Moleküle, Struktur biologischer Makromoleküle, Konformationsumwandlungen von Biopolymeren. **Thermisch-kalorische Messverfahren:** Differenzscanningkalometrie, isotherme Titrationskalorimetrie. **Kolligative und hydrodynamische Methoden:** Osmometrie, Viskosimetrie, Diffusion, Ultra-Zentrifugation, Elektrophorese, Chromatographie. **Strukturuntersuchungen:** mikroskopische Verfahren, Elektronen-, Rasterkraft- und Fluoreszenzmikroskopie, Lichtstreuung, Röntgen- und Neutronenkleinwinkelstreuung, Einkristallstrukturanalyse, Massenspektrometrie. **Spektroskopische Methoden:** UV/VIS-Spektroskopie, chiroptische Methoden, statische und dynamische Fluoreszenzspektroskopie, Fluoreszenzdepolarisation, FRET, Photobleichverfahren, IR- und Ramanspektroskopie, NMR-Spektroskopie, Deuteronen-NMR, NOE, mehrdimensionale NMR, Festkörper-NMR, Kernspintomographie, ESR- und Mößbauerspektroskopie. **Kinetik und Messverfahren biochemischer Reaktionen:** enzymatische Reaktionen, Proteinfaltung, Ligandenbindung, Oberflächen-Plasmonenresonanz.
Medienformen	Tafel, Beamer (Power Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF
Literatur	R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, 2. Auflage, Vieweg+Teubner, 2011. C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, 4. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Struktur und Dynamik: NMR-Spektroskopie an Proteinen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 – 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Struktur und Dynamik: NMR-Spektroskopie an Proteinen	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Struktur und Dynamik: NMR-Spektroskopie an Proteinen	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Rasmus Linser
Dozent(in)	Prof. Dr. Rasmus Linser
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Chemie- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen M-PC-2 (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und M-P-1 (Vorlesung Physik für Chemiestudierende) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse der NMR-Spektroskopie für Biomoleküle. Die Studierenden sollen nach Beendigung der Vorlesung in der Lage sein, Anwendungen und Grenzen der NMR-Spektroskopie für Signalzuordnung, Struktur und Molekulardynamik zu beurteilen.
Angestrebte	Die Studierenden sollen ein Verständnis der NMR

Lernergebnisse	Spektroskopie als wichtiger Methodik der Strukturchemie und Strukturbiologie erlangen. Sie sollen publizierte Ergebnisse im Kontext der NMR-Spektroskopie verstehen und validieren können und um die Einsatzmöglichkeiten der Technik für eigene biochemische Arbeiten wissen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von Grundlagenwissen sowie von Lösungsstrategien für Problemstellungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen NMR-Spektroskopie Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze
Inhalt	Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Strukturaufklärung von großen Molekülen mittels NMR-Spektroskopie, mit besonderem Fokus auf Proteine. Auf dem Bachelor aufbauend werden die physikalischen Grundlagen der Methodik vertieft, zusätzlich zum Vektormodell der Produktoperatorformalismus eingeführt und die wichtigsten Elemente heutiger Pulssequenzen eingeführt. In einem zweiten Teil geht es um die Anwendung auf große biologische Moleküle, bestehend aus Grundlagen zur (isotopen-markierten) Expression von Proteinen/RNAs, Signalzuordnung mittels 3D und 4D-Experimenten ("sequential walk“), Strukturrechnung mit Hilfe interatomarer Distanzen und Winkelinformationen, sowie Charakterisierung von Moleküldynamik über Quantifizierung verschiedener Relaxationsparameter. Hier wird ersichtlich, wie NMR Spektroskopie tatsächlich in der Lage ist, Signale von Molekülen von über 30 kDa zuzuordnen und weshalb in weiten Teilen der Naturwissenschaften diese Form der Spektroskopie unentbehrlich ist, um strukturelle Parameter und Molekülbeweglichkeit, sowie Molekül-Molekül-Interaktionen präzise und atomaufgelöst zu charakterisieren. In einem dritten Teil werden die methodischen Besonderheiten (Magic Angle Spinning u. A.) der technisch raffinierten Festkörper-NMR beleuchtet, mit der auch nicht-lösliche Proteine für NMR zugänglich werden.
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Folien, Übungszettel
Literatur	John Cavanagh et al.: Protein NMR Spectroscopy. Principles and Practice, James Keeler: Understanding NMR Spectroscopy; Malcom H. Levitt: Spin Dynamics

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **EPR-Spektroskopie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 – 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	JProf. Dr. Müge Kasanmascheff
Dozent(in)	JProf. Dr. Müge Kasanmascheff
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Chemie- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen M-PC-2 (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und M-P-1 (Vorlesung Physik für Chemiestudierende) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung grundlegender Kenntnisse der *electron paramagnetic resonance* (EPR)-Spektroskopie. Die Studierenden sollen nach Beendigung der Vorlesung in der Lage sein, Anwendungen und Grenzen der EPR-Spektroskopie zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen zu beurteilen.

Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie kennen lernen. Es wird vermittelt, welche wissenschaftlichen Fragen mittels EPR untersucht werden können: • Verständnis der Bedeutung von Radikalen und ihrer Chemie in essentiellen Enzymen und Biomolekülen • Charakterisierung von Metall-Cofaktoren • Nutzung von Spinmarkierungen für die Untersuchung von Struktur und Funktion von Biomolekülen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von Grundlagenwissen sowie von Lösungsstrategien für Problemstellungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen EPR-Spektroskopie Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze
Inhalt	**Grundlagen** Paramagnetismus Eigenschaften eines ungepaarten Elektrons (Elektronenspin) Wechselwirkungen des Elektronenspins **Continuous-wave EPR** Relaxation und Sättigung Multifrequenz-EPR Hyperfeinkopplung in Lösung Analyse von EPR-Spektren **Gepulste EPR** Anisotropie in festem Zustand Hyperfeinkopplung in festem Zustand Doppel-Resonanz-Methoden der EPR-Spektroskopie **EPR in der Biologie** Spinsonden – Spinmarkierung zur Untersuchung konformeller Änderungen von Proteinen Aminosäurenradikale – Tyrosinradikale, essenziell für das Leben Metall-Cofaktoren – Aufklärung des FeMo-Cofactors der Nitrogenase
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		**Physikalische Chemie 4**		
Kürzel		MPC3		
Modulniveau		Grundlagenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5 (Bachelor)	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: Physikalische Chemie M. Sc. Chemische Biologie Fach: weitere chem./naturwiss. Studien (SoC)

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module MPC1 und MPC2
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Die Studierenden sollen am Ende des Moduls grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der klassischen statistischen Mechanik, der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik besitzen und in der Lage sein, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.
Angestrebte Lernergebnisse	Am Ende dieses Moduls sollen die Studierenden grundlegende physikalisch-chemische Konzepte kennen gelernt haben, die chemische Phänomene mit statistischen

	Methoden verknüpfen und erklären.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren - Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten - logische Analyse grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	**Statistische Beschreibung der Materie - Grundlagen und Anwendungen in Chemie und Biowissenschaften:** **Grundlagen der klassischen statistischen Mechanik**: klassische Ensembletheorie, Boltzmannstatistik, Zustandssummen, Zusammenhang mit thermodynamischen Größen, Gleichverteilungssatz. **Grundlagen der Quantenstatistik:** quantenmechanische Ensembletheorie, Systeme aus ununterscheidbaren Teilchen, Maxwell-Boltzmann-, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik. **Anwendungen der statistischen Thermodynamik:** Z. B.: Berechnung chemischer Gleichgewichte idealer Gase, Absolutberechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten, reale Gase, Flüssigkeiten, Mischungen und Lösungen, Phasenübergänge und kritische Phänomene, Adsorptionsisothermen, Festkörper (Gitterschwingungen, Halbleiter), Konformation und strukturelle Phasenübergänge makromolekularer und biopolymerer Systeme (statistisches Knäuel, Polymerelastizität, Flory-Huggins-Theorie, Proteine, Proteinfaltung, DNA, RNA, Helix-Knäuel-Übergang, Zipper-Modell, nichtreguläre Strukturen), Berechnung biomolekularer Assoziationsgleichgewichte (Wechselwirkung zwischen Makromolekülen, Ligandenwechselwirkung, Kooperativität), Computersimulationsmethoden (Molekulardynamik- und Monte Carlo-Verfahren).
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, Physikalische Chemie, 4. Auflage, Wiley-VCH, 2006. G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 5. Auflage, Wiley-VCH, 2004.

Wahlpflichtvorlesungen

der

Technischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Industrielle Prozesse nachwachsender Rohstoffe**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-Zeit	Eigen-studium
1	Industrielle Prozesse nachwachsender Rohstoffe	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu industriellen Prozessen nachwachsender Rohstoffe	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Vogt, Dr. T. Seidensticker
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung lernen die Studierenden die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung nachwachsender Rohstoffe kennen.
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein: • die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in der derzeitigen und zukünftigen chemischen Produktion besser einzuschätzen, • die Aufarbeitung und Folgechemie nachwachsender Rohstoffe zu diskutieren, • die besonderen Vorteile, aber auch die eventuellen Nachteile nachwachsender Rohstoffe zu bewerten, • Verfahren auf petrochemischer und nachwachsender

	Rohstoffbasis miteinander zu vergleichen, • die technische Realisierung von Umsetzungen mit nachwachsenden Rohstoffen zu beschreiben, • die ökologischen und ökonomischen Besonderheiten der Prozesse mit nachwachsenden Rohstoffen zu bewerten.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	• Chemische Prozesse mit nachwachsenden Rohstoffen diskutieren und beurteilen zu können, • den Produktverbund auf Basis nachwachsender Rohstoffe (Fette/Öle, Kohlenhydrate, Lignine, Terpene, ...) beschreiben und bewerten zu können.
Inhalt	Diese Veranstaltung kann ergänzt werden durch die weitere Vertiefungsvorlesung „Industrielle Prozesse petrochemischer Zwischenprodukte“. Die Lehrinhalte sind die technischen Aspekte der folgenden Produktklassen (technische Gewinnung, Verarbeitung, Verfahrensvergleich anhand von Fließschemata, wichtige Folgeprodukte): 1. Fette und Öle • Ölsorten • Ölgewinnung • Fettsäuren • Fettester • Fettalkohole • Fettamine • Glycerin • Folgechemie der Fettstoffe 2. Kohlenhydrate • Zucker • Cellulose • Stärke • Chitin/Chitosan • Cyclodextrine 3. Pflanzliche Sekrete und Extrakte • Naturkautschuk • Harze, Terpene • Ätherische Öle • Vitamine etc.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Industrielle Prozesse petrochemischer Zwischenprodukte**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Industrielle Prozesse petrochemischer Zwischenprodukte	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu industrielle Prozesse petrochemischer Zwischenprodukte	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Vogt, Dr. T. Seidensticker
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung lernen die Studierenden die wichtigsten industriellen Verfahren zur Herstellung petrochemischer Zwischenprodukte kennen.
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein: • die Bedeutung petrochemischer Zwischenprodukte in der derzeitigen und zukünftigen chemischen Produktion besser einzuschätzen, • die Herstellung und Folgechemie petrochemischer Zwischenprodukte zu diskutieren, • die besonderen Vorteile, aber auch die eventuellen Nach-teile petrochemischer Zwischenprodukte zu bewerten, • Verfahren auf petrochemischer und nachwachsender

	Rohstoffbasis miteinander zu vergleichen, • die technische Realisierung von Herstellungsverfahren petrochemischer Zwischenprodukte zu beschreiben.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die Studierenden haben in diesem Modul fundierte Stoffkenntnisse auf dem Gebiet der petrochemischen Zwischenprodukte gewonnen. Sie haben gelernt, an konkreten Einzelbeispielen Verfahren zu vergleichen und Vor- und Nachteile bestimmter Reaktionsdurchführungen, Reaktortypen, Aufarbeitungsschritte und Recyclingmethoden abzuwägen. Sie haben sich bei der Diskussion der Beispiele mit Fragen zur Sicherheit und zum Umweltschutz, mit der Energieeinsparung, mit der selektiven Reaktionsführung durch gezielte Anwendung der Katalyse und mit wirtschaftlichen Aspekten intensiv auseinandergesetzt und dadurch ihre Kenntnisse vertieft.
Inhalt	Diese Veranstaltung kann ergänzt werden durch die weitere Vertiefungsvorlesung „Industrielle Prozesse nachwachsender Rohstoffe“. Diese Vorlesung gibt einen Überblick über die wichtigsten petrochemischen Verfahren, die im bisherigen Studium noch nicht behandelt wurden. Im Vordergrund stehen insbesondere technische Synthesen organischer Zwischenprodukte wie: • Alkohole • Aldehyde • Ketone • Carbonsäuren • Ether • Epoxide • Amine • Isocyanate
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chemische Technik 2**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Vogt, Dr.-Ing. J. Dreimann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Dieser Veranstaltung soll mit zukunftsorientierten Prinzipien der nachhaltigen Chemieproduktion vertraut machen, insbesondere wird die umweltschonende, „grüne“ Chemie und Verfahrensentwicklung dargestellt.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Grundlagen-Kenntnisse über die vielfältigen Möglichkeiten, chemische Reaktionen in industrielle Produktionen umzusetzen. Sie sind in der Lage, die vermittelten theoretischen Grundlagen zu den einzelnen Verfahrensmethoden jeweils mit typischen Anwendungsbeispielen zu verknüpfen, nachdem sie sie in den Übungsstunden gemeinsam diskutiert haben. Durch die Auswahl der Beispiele lernen sie insbesondere ökonomische und ökologische Problemstellungen, offene Forschungsfragen und mögliche Lösungsansätze kennen. Den Studierenden wird klar, welche

	Kriterien für wirtschaftlich optimale Prozesse maßgeblich sind und wie die einzelnen Prozesse in der chemischen Industrie in einem Prozessverbund miteinander verknüpft sind. Die Studierenden lernen, die Atomökonomie von Reaktionen zu bewerten, optimale Katalysatoren und deren Recyclingmethoden auszuwählen sowie alternative Rohstoffe und Energien zu nutzen. Damit ist diese Veranstaltung für die Studierenden ein wichtiges Bindeglied zwischen technischer Chemie und Verfahrenstechnik
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Möglichkeiten zur Umsetzung von Rohstoffen zu den vom Markt geforderten Produkten der chemischen Industrie, wobei sie auch für die Bedeutung nichttechnischer, d.h. wirtschaftlicher oder umweltrelevanter Anforderungen sensibilisiert werden.
Inhalt	Gegenstand dieser Veranstaltung sind die Prinzipien der umweltschonenden, „grünen“ Chemie und Verfahrensentwicklung. Beim Design eines chemischen Prozesses sind generell wichtige Grundregeln zu beachten. Schwerpunkte sind die Verfügbarkeit der Edukte, die Toxizität der Nebenprodukte, die Wiederverwendbarkeit von Lösungsmitteln und Katalysatoren, alternative Rohstoffe oder Kohlendioxid sowie der Scale-Up von Verfahren in Miniplants.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Homogene Katalyse**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Vertiefungsveranstaltung			
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Homogene Katalyse	V	1.5	1	15 h	30 h
2	Übung zur homogenen Katalyse	Ü	1	1	15 h	15 h
3	Hausarbeit	Ü	1.5	1	15 h	30 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Vogt
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Hausarbeit. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung lernen die Studierenden die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung mit homogenen Katalysatoren kennen.
Angestrebte Lernergebnisse	• Grundlegende Kenntnisse der homogenen Katalyse • Anwendung homogener Katalyse in industriellen Prozessen • Methoden in der homogenen Katalyse zur Katalysatorauswahl und des Recyclings
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Fundierte Kenntnisse über die Katalyse sind ein entscheidender Schlüssel zur selektiven Herstellung von Chemikalien

	mit einem Minimum an Neben- oder Abfallstoffen. Die Studierenden lernen in diesem Modul alle wesentlichen Möglichkeiten homogen katalytischer Umsetzungen kennen. Neben der gründlichen Behandlung der einzelnen Katalysevarianten wird auch ein Vergleich ihrer Vor- und Nachteile eine wesentliche Rolle spielen.
Inhalt	Diese Vorlesung gibt einen Überblick über die Methoden und Möglichkeiten, technisch bedeutende chemische Prozesse mit Hilfe der homogenen Katalyse zu steuern und dadurch wirtschaftlich zu gestalten. Typische Anwendungen in der Herstellung von Basischemikalien, Feinprodukten und Endprodukten werden vorgestellt. Es wird zunächst eine Übersicht über die Methoden der homogenen Katalyse gegeben. Neben den Grundprinzipien (Katalysatorauswahl, Mechanismen, Recyclemethoden etc.) werden technisch bedeutsame Reaktionen behandelt und in den Übungen vertieft. Ein Schwerpunkt liegt auf den Varianten der homogenen Übergangsmetallkatalyse sowie der Auswahl der Metall-Liganden-Kombinationen.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006 A. Behr, P. Neubert, "Applied Homogeneous Catalysis", Wiley-VCH, **2012** A. Behr, "Angewandte Homogene Katalyse" *Wiley-VCH-Verlag, Weinheim*, **2008**

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Wertschöpfung in der chemischen Industrie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1.-4.	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wertschöpfung in der chemischen Industrie	V	1.5	1	15 h	30 h
2	Übung zur Wertschöpfung in der chemischen Industrie	Ü	1	1	15 h	15 h
3	Hausarbeit	Ü	1.5	1	15 h	30 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Dr. habil. A. J. Vorholt
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	-
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung; im Übungsteil halten die Studierenden Referate über ausgewählte Einzelkapitel mit anschließender Diskussion. Klausur oder mündliche Prüfung, Hausarbeit Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Wahlpflicht-Vorlesung sollen die Studierenden die wichtigsten Dimensionen der Wertschöpfung in der chemischen Industrie lernen.
Angestrebte Lernergebnisse	Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die Wert-schöpfung in der chemischen Industrie und stellt Methoden vor, wie Wertschöpfung gesteigert werden kann. Es sollen die Wertschöpfungsketten der chemischen Industrie erarbeitet werden. Der Fokus liegt hierbei auf fossilen und nachwach-

	senden Rohstoffen und weit verbreiteten Prozessen. Nach Erläuterung der Grundprinzipien sollen Prozesse und Rohstoffe unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Dimension erläutert und bewertet werden. An Beispielen aus der Industrie sollen Wertschöpfungen verdeutlich werden. Abschließend sollen Managementtools zur Steigerung der Wertschöpfung vorgestellt und mit dem Studenten geübt werden.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Betriebswirtschaftliche Dimensionen in der chemischen Industrie werden vom Studenten erkannt und angewandt.
Inhalt	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge in der chemischen Industrie. Sie erhalten Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Rohstoffen, Prozessen und wirtschaftlichem Erfolg. Die Teilnehmer erlangen Kenntnisse über die aktuellen Entwicklungen in der chemischen Industrie und deren Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Erfolg. Ebenfalls lernen die Studenten aktuelle Managementtools kennen, die zur Steigerung der Wertschöpfung sowohl strategisch als auch operativ angewendet werden.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Powerpoint)
Literatur	M. Welge, A. Al-Laham, Strategisches Management. Grundlagen – Prozess – Implementierung, 6. Auflage, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Reaktionstechnik**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Agar
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Agar und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Dieser Veranstaltung soll mit Prinzipien der Reaktionstechnik vertraut machen, insbesondere werden die mathematische Analyse von Reaktionssystemen und die Auswahl bzw. Auslegung chemischer Reaktoren dargestellt.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben Grundlagen-Kenntnisse über die vielfältigen Möglichkeiten, chemische Reaktionen und chemische Reaktoren in industrielle Produktionen umzusetzen. Sie sind in der Lage, die vermittelten theoretischen Grundlagen zu den einzelnen Verfahrensmethoden jeweils mit typischen Anwendungsbeispielen zu verknüpfen, nachdem sie sie in den Übungsstunden gemeinsam diskutiert haben. Die Schlüsselrolle des chemischen Reaktors in einer industriellen Chemieanlage sowie dessen enge Verzahnung mit den anderen

	Anlagenteilen wird verdeutlicht. Die Studierenden lernen, technische Reaktionssysteme zu analysieren, und den Einfluss physikalischer Vorgänge auf den Reaktionsablauf zu bewerten. Die Studierenden werden mit den Möglichkeiten und Grenzen der mathematischen Modellierung von Reaktionen und Reaktoren vertraut gemacht. Den Studierenden wird klar, welche Kriterien für wirtschaftlich optimale Reaktionsführung und Reaktorleistung maßgeblich sind. Damit ist diese Veranstaltung für die Studierenden ein wichtiges Bindeglied zwischen technischer Chemie und Verfahrenstechnik
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die Studierenden lernen, die wesentlichen Vorgänge in chemischen Reaktoren durch die Erstellung von Stoff- und Wärmebilanzen mit reaktiven Quellen und Senken zu analysieren bzw. zu interpretieren. Verständnis der für die Reaktorauslegung erforderlichen physikalisch-chemischen Ansätze wird vermittelt. Die Modellierung chemischer Reaktoren bzw. die Berechnung deren Leistung anhand von idealisierten Modellvorstellungen wird erläutert.
Inhalt	Stoff- und Wärmebilanzen mit Reaktion, Reaktionsnetzwerke, Kinetik und Thermodynamik chemischer Reaktionen, chemische Reaktion mit diffusivem Stofftransport in der heterogenen Katalyse, Grundlagen der idealen chemischen Reaktoren und deren Umsatz und Selektivitätsverhalten, Verweilzeitverteilung chemischer Reaktoren und des dynamischen Verhaltens chemischer Reaktoren. Details zum Verhalten idealer chemischer Reaktoren und deren Umsatz und Selektivitätsverhalten, Details zur Verweilzeitverteilung chemischer Reaktoren und zum dynamischen Verhalten chemischer Reaktoren, Wärmeabfuhr in chemischen Reaktoren.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken, Skriptum
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Heterogene Katalyse**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Vertiefungsveranstaltung			
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1.- 4.	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Heterogene Katalyse	V	1.5	1	15 h	30 h
2	Übung zur heterogenen Katalyse	Ü	1	1	15 h	15 h
3	Hausarbeit	Ü	1.5	1	15 h	30 h
		Summe	**4**	**3**	**45h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. W. Agar
Dozent(in)	Prof. Dr. D. W. Agar
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Hausarbeit, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung lernen die Studierenden die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung mit heterogenen Katalysatoren kennen.
Angestrebte Lernergebnisse	• Grundlegende Kenntnisse der heterogenen Katalyse • Bedeutung von Stofftransportphänomenen in der heterogenen Katalyse • Methoden zur mechanistischen und kinetischen Untersuchungen an Heterogenkatalysatoren • Modellierung von Heterogenkatalysatoren • Präparation von heterogenen Katalysatoren zur Anwendung in industriellen Prozessen

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Fundierte Kenntnisse über die Katalyse sind ein entscheidender Schlüssel zur selektiven Herstellung von Chemikalien mit einem Minimum an Neben- oder Abfallstoffen. Die Studierenden lernen in diesem Modul alle wesentlichen Möglichkeiten heterogen katalytischer Umsetzungen kennen. Ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen Stofftransport und chemischer Reaktion sowie für die Bedeutung der katalytischen Mikrostruktur und deren Auswirkung auf die katalytische Leistung wird vermittelt. Die Studierenden werden mit den einschlägigen experimentellen Methoden und Modellierungsansätzen auf diesem Gebiet sowie mit der Präparation konventioneller und neuartiger Heterogenkatalysatoren vertraut gemacht.
Inhalt	Diese Vorlesung fängt mit einer Übersicht wesentlicher Aspekte der Heterogenkatalyse an. Aktuelle Methoden zur experimentellen Erfassung und Modellierung des Stofftransports und der Reaktionskinetik sowie zur Charakterisierung von Mikrostruktur und Mechanismen heterogener Katalysatoren werden im Detail geschildert und in den Übungen vertieft. Die Selektivitäts- und Desaktivierungsverhalten von heterogenen Katalysatoren werden zusammen mit den zugehörigen Simulationsrechnungen erörtert und anhand von Beispielen veranschaulicht. Zum Schluss werden Herstellverfahren für technische Heterogenkatalysatoren, die Heterogenisierung homogener Katalysatorsysteme und die Leistungssteigerung durch nichtgleichmäßige Aktivitätsverteilung behandelt.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Powerpoint)
Literatur	G. Ertl, H. Knözinger, F. Schüth, J. Weitkamp (Red.), Handbook of Heterogeneous Catalysis', Volume 1, 2. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2008

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chlorchemie und Elektrolyse**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1.-4.	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Chlorchemie und Elektrolyse	V	1.5	1	15 h	30 h
2	Übung zu Chlorchemie und Elektrolyse	Ü	1	1	15 h	15 h
3	Hausarbeit	Ü	1.5	1	15 h	30 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Agar
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Agar
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, als Übung ist ein Vortrag von ca. 15 Minuten über ein Thema aus dem Bereich der Chlorchemie vorgesehen, Hausarbeit, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Die Wahlpflichtvorlesung gibt einen Überblick über die Chorchemie als eine wichtige Schlüsseltechnologie der chemischen Produktion. Sie stellt die Grundprinzipien der Produktverbundstrukturen dar und gibt Anwendungsbeispiele. Die Herstellung von Chlor und Natronlauge durch Elektrolyse von Kochsalz demonstriert die speziellen Möglichkeiten elektrochemischer Verfahren zur Produktion energiereicher Stoffe.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen die außerordentliche Bedeutung des Chlors wegen seiner hohen Reaktivität für die chemische Produktion kennen. Es wird bei der Synthese von rund 2/3

	aller chemischen Erzeugnisse wie Polymeren, Pflanzenschutzmitteln, Arzneistoffen, Produkten für die Trinkwasseraufbereitung bis hin zum hochreinen Silicium für Photovoltaik- und Elektronik-Anwendungen eingesetzt. Viele dieser Produkte ließen sich ohne die Chlorchemie nicht bzw. nur mit sehr hohem Aufwand herstellen. Nach Erläuterung der Grundprinzipien erreichen die Studierenden ein tieferes Verständnis anhand von charakteristischen Beispielen aus konkreten chemischen, petrochemischen, umwelttechnischen und elektrochemischen industriellen Prozessen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Möglichkeiten zur Umsetzung von Rohstoffen zu den vom Markt geforderten Produkten der chemischen Industrie, wobei sie auch für die Bedeutung nichttechnischer, d.h. wirtschaftlicher oder umweltrelevanter Anforderungen sensibilisiert werden. Sie erfahren, dass den Vorteilen einer Technologie immer auch Nachteile gegenüber stehen: z.B. die Verwertung oder Mineralisierung chlorierter Nebenprodukte. Die resultierenden Kompromisse sind auch Gegenstand der Übung, in der die Herstellung eines bestimmten Produkts mit und ohne Chlor zu bewerten ist.
Inhalt	In der Vorlesung werden zunächst die Elektrolyse von Kochsalzlösung zur Herstellung von Chlor und Natronlauge als eines der mengenmäßig größten Verfahren der chemischen Industrie behandelt. Dabei kommen die Besonderheiten elektrochemischer Verfahren und die industriell üblichen Verfahrensvarianten zur Sprache. Anschließend wird die Verwendung von Chlor als wichtigem Hilfsmittel zur Funktionalisierung der einfachen, als Rohstoffe der chemischen Industrie genutzten Kohlenwasserstoffe behandelt. Der ‚Stammbaum' und die Verknüpfung der zahlreichen mit Hilfe von Chlor hergestellten Produkte werden unter ingenieurwissenschaftlichen, wirtschaftlichen und umwelttechnischen Aspekten detailliert diskutiert. Ein Schwerpunkt liegt dabei auch auf dem Vergleich mit chlor-freien Synthesewegen.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken
Literatur	P. Schmittinger ‚Chlorine: Principles and industrial practice' 1. Auflage, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2000

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Einführung in die Katalyse**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B.Sc.: 5 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in die Katalyse	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Einführung in die Katalyse	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. W. Agar
Dozent(in)	Prof. Dr. D. W. Agar, Prof. Dr. D. Vogt
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B.Sc.: keine M.Sc.: B.Sc. Chemie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	-
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Die Wahlpflichtvorlesung gibt einen Überblick über die Katalyse als Schlüsseltechnologie der chemischen Stoffumwandlung. Sie soll die Grundprinzipien der homogenen und heterogenen Katalyse darstellen und Anwendungsbeispiele geben.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen in diesem Modul alle wesentlichen Möglichkeiten katalytischer Umsetzungen kennen, um Chemikalien selektiv mit einem Minimum an Neben- oder Abfallstoffen herzustellen. Nach der gründlichen Behandlung der einzelnen Katalysevarianten erwerben Sie Kenntnisse und Kompetenz, diese durch Vergleich der Vor- und Nachteile für unterschiedliche Anwendungsfälle zu beurteilen und anzuwenden. Die gezielte Reaktionslenkung durch Katalysatoren trägt wesentlich zur Effizienz und Nachhaltigkeit des chemi-

	schen Produktverbunds bei. Nach Erläuterung der Grundprinzipien der Katalyse werden diese anhand von charakteristischen Beispielen der homogenen und heterogenen Katalyse aus konkreten chemischen, petrochemischen und umwelttechnischen industriellen Prozessen erläutert.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Möglichkeiten zur Umsetzung von Rohstoffen zu den vom Markt geforderten Produkten der chemischen Industrie, wobei sie auch für die Bedeutung nicht technischer, d.h. wirtschaftlicher oder umweltrelevanter Anforderungen sensibilisiert werden.
Inhalt	Die Studierenden erfahren, dass den Vorteilen einer Technologie immer auch Nachteile gegenüber stehen: 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.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2006 D.W. Agar, A. Behr, J. Jörissen „Einführung in die Technische Chemie“, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010.
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom 09.03.2016

Wahlpflichtvorlesungen

der

Medizinischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Medizinische Chemie 1**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Rauh
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Rauh, Dr. M. Beck
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in bioorganischer Chemie und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundkenntnisse der Begrifflichkeiten der Medizinischen Chemie, der Einflußfaktoren für pharmakokinetische und pharmakodynamische Eigenschaften und des Verständnisses des Designprozesses neuer pharmakologisch aktiver Substanzen in der Wirkstoffforschung
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - die Grundprinzipien der Protein-Ligand Wechselwirkung sowie der modernen Wirkstoffforschung verstehen - strukturbasierte, rationale und computerbasierte Methoden zur Entwicklung von Wirkstoffen nachvollziehen können

	- mit Faktoren vertraut sein, die das Wechselspiel von Pharmakokinetik und Pharmakodynamik beeinflussen - die Möglichkeit zur Beeinflussung dieser Prozesse durch chemische Modifikation verstehen - in der Lage sein, diese Ansätzen nachvollziehen zu können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Fachübergreifendes Lernen: - Möglichkeiten an der Grenzfläche zwischen Chemie, Pharmakologie und Biophysik für die Grundlagenforschung und biomedizinische Anwendungen
Inhalt	<u>Grundlagen der Protein-Ligand Wechselwirkung:</u> Methoden zum Verständnis von Protein-Ligand Wechselwirkungen als Grundlage für das rationale Design von wirkstoffen. <u>Grundbegriffe der medizinisch/pharmazeutischen Chemie:</u> Definition Wirkstoff, Arzneistoff und Arneimittel, wie funktionieren Wirkstoffe, Phase I-IV klinische Studien <u>Grundbegriffe der Beschreibung von Pharmakokinetik:</u> LADME Konzept und Begriffe, Applikationsrouten <u>Unabhängige pharmakokinetische Kenngrößen:</u> Verständnis von Clearance Parametern, Verteilungsvolumen, Bioverfügbarkeit, Halbwertszeit, Elimination <u>Strukturelle Eigenschaften und Möglichkeiten zur Optimierung pharmakokinetischer Eigenschaften:</u> Lipinsky Rules und Neuerungen, Metabolische Prozesse, Vorhersage von ADME Eigenschaften auf der Basis kalkulierter Kenngrößen <u>Vorhersage der humanen PK Eigenschaften:</u> Transportereigenschaften, Mikrosomale Stabilität, Caco 2 assay, Skalierungsmethoden <u>Strukturbasiertes Wirkstoffdesign und Computermethoden der modernen Wirkstoffforschung:</u> Visualisierung physikochemischer Eigenschaften von Wirkstoffen, molecular modelling, virtuelles Screening, Datenbanksuchen <u>Case studies:</u> Faktor Xa Inhibitoren, MMP Inhibitoren, Kinase Inhibitoren, Lipid 2 Antagonisten, PDE5 inhibitoren, Adensoin Agonisten, sGC Stimulatoren, sGC Aktivatoren, DPP4 Inhibitoren
Medienformen	Tafelbilder, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript

	(begleitend), Syntheseübungen
Literatur	case studies, Wiley-VCH; Wirkstoffdesign - Entwurf und Wirkung von Arzneistoffen, G. Klebe, Spektrum-Verlag; aktuelle Originalliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Medizinische Chemie 2**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Rauh
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Rauh, Dr. M. Beck
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in bioorganischer Chemie und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundkenntnisse der Begrifflichkeiten der Medizinischen Chemie, Eigenschaften von Enzyminhibitoren, Grundkenntnisse des industriellen Pharmaforschungsprozesses und der Optimierungszyklen
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - Einblick gewinnen in die Prozesse der Pharmaforschung und industrieller Anwendungen, - verschiedene Enzyminhibitionsarten beschreiben können, chemische Strukturmerkmale in Verbindung bringen mit möglichen Konsequenzen bei der Enzyminhibition
Vermittelte	Methodenkompetenzen:

Schlüsselkompetenzen	- Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Fachübergreifendes Lernen: - Möglichkeiten an der Grenzfläche zwischen Chemie, Pharmakologie und Biophysik für die Grundlagenforschung und biomedizinische Anwendungen
Inhalt	Geschichte der Wirkstofforschung und - findung: Pflanzenwirkstoffe, Aspirin, Prozess der Wirkstoffsynthese Targets für pharmakologisch aktive Wirkstoffe: Verteilung von Targetklassen bei kommerziellen Wirkstoffen Protein-Ligand Wechselwirkungen: Bedeutung der einzelnen Energiebeiträge, Stärke verschiedener Wechselwirkungsarten Enzyminhibitoren: Arten der Enzyminhibition und deren kinetische Beschreibung, Mechanismen verschiedener Proteasetypen, Proteasom und Proteasom-Inhibitoren Industrielle Pharmaforschung: Screening Prozess, Computational Chemistry Methoden im hit finding und hit-to-lead Prozess, Optimierungszyklen Case studies: Faktor Xa Inhibitoren, MMP Inhibitoren, Kinase Inhibitoren, Lipid 2 Antagonisten, PDE5 inhibitoren, Adensoin Agonisten, sGC Stimulatoren, sGC Aktivatoren, DPP4 Inhibitoren
Medienformen	Tafelbilder, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), Syntheseübungen
Literatur	Case studies, Wiley-VCH; aktuelle Originalliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Design und Synthese von Wirk- und Arzneistoffen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Design und Synthese von Wirk- und Arzneistoffen	V	3	2	30	60
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15	15
		Summe	**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortliche	Prof. Dr. D. Rauh
Dozenten	Dr. A. Brunschweiger, Dr. D. Schade
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Organischen Chemie, Bioorganischer Chemie und Biochemie; Grundlagen Medizinische Chemie hilfreich (VL Med Chem I)
Studien-/Prüfungsleistungen	Benotete Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Vermittlung moderner Methoden der Wirkstoffsynthese und Wirkstoffidentifizierung und sichere Anwendung in Theorie und Praxis
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - Über grundlegende Kenntnisse wichtiger Aspekte beim Design von Wirkstoffen verfügen - Einen Überblick über moderne Verfahren der Wirkstoffidentifizierung besitzen - Über profunde Kenntnisse sehr unterschiedlicher Ansätze zur Synthese von Wirkstoffen und Wirkstoffbibliotheken

	verfügen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	**Methodenkompetenzen:** - Erarbeitung von interdisziplinär geprägtem theoretischem Wissen innerhalb des Wirkstoffdesigns, der Wirkstoffsynthese und Wirkstoffidentifizierung - Nutzung dieses Wissens zur Erarbeitung von Lösungsstrategien von Problemstellungen (Übungen) **Fachübergreifendes Lernen:** - Bedeutung und Einordnung des Themenfelds der Medizinalchemie für den Chemischen Biologen und Chemiker in der Arzneimittelentwicklung anhand diverser Fallbeispiele aus Akademie und Industrie
Inhalt	**1) <u>Wirkstoffdesign und Auswahl von Strukturen</u>** - Begriffsdefinitionen, Datenbanken für den medizinischen Chemiker - Kriterien für die Auswahl von Strukturen, Ausschlusskriterien, „Arzneistoffqualitäten“ - Konzepte der *biology-oriented synthesis* (BIOS), *diversity-oriented synthesis* (DOS) **2) <u>Spezielle Techniken in der Wirkstofffindung</u>** - Neue High-Throughput-Screening-Formate: Moderne kombinatorische Synthese und kodierte Bibliotheken - Phänotypische Assays **3) <u>Medizinalchemische Aspekte der organischen Synthese</u>** - Übersicht über die meistgenutzten Reaktionen des Medizinalchemikers - Bioisosterie im Wirkstoffdesign - Synthese und SAR ausgewählter, Arzneistoff-relevanter (= privilegierter) Stoffklassen: z.B. Benzodiazepine, Purine, 1,4-Dihydropyridine - Grüne Medizinalchemie, Moderne Verfahren zur Generierung fokussierter SAR-Bibliotheken (z.B. *continuous flow synthesis*) - Case Study: Design, Synthese von Neuraminidase-Inhibitoren - Forschungs- versus Prozess-Synthese von Arzneistoffen, Fallbeispiele
Medienformen	Tafel, Overhead-Projektor, PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	- Klebe, G. „Wirkstoffdesign: Entwurf und Wirkung von Arzneistoffen“ (2. Auflage) - Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, Roth „Medizinische Chemie“ (2.Auflage) - Patrick, G. „Medicinal Chemistry“ (5th Edition) - Aktuelle Originalliteratur und Review-Artikel zu speziellen Thematiken der Vorlesung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Methoden der Informatik in der Wirkstoffforschung**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Methoden der Informatik in der Wirkstoffforschung	V	3	2	30	60
2	Übungen zu Methoden der Informatik in der Wirkstoffforschung	Ü	1	1	15	15
	Summe		4	3	45	75

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. M. Kast
Dozent(in)	Dr. O. Koch und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematik- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen M-M-1 (Mathematik für Chemiestudierende) und M-P-1 (Physik für Chemiestudierende) vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Computational Chemistry und/oder Biomolekularer Modellierung, die z.B. in den gleichnamigen Wahlpflichtvorlesungen erworben werden, sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Methoden der Informatik in der Chemie und der Chemischen Biologie, insbesondere vor dem Hintergrund der Entwicklung und Charakterisierung von Wirkstoffen. Die Studierenden sollen nach Beendigung der Vorlesung in der Lage sein, Möglichkeiten und Grenzen der beschriebenen Verfahren und Algorithmen zur Lösung biologisch-chemischer

	Fragestellungen zu beurteilen und diese in der Praxis einzusetzen.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen verschiedene Methoden der Chemie- und Bioinformatik sowie der statistischen Datenanalyse kennen lernen. Sie besitzen die Fähigkeit, für gegebene Anwendungen und Fragestellungen sinnvolle Methoden vorzuschlagen sowie die Grenzen der Vorhersagekraft und den Aufwand abzuschätzen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von Grundlagenwissen zur Entwicklung von methodischen Lösungsstrategien - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Lösungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen informatischer Zugänge zur Wirkstoffcharakterisierung Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze - Teamfähigkeit - Analysefähigkeit und Kreativität bei der Methodenwahl - Fachübergreifendes Lernen: Verknüpfung computergestützter Methoden mit chemischen und biologischen Fragestellungen
Inhalt	**Methoden der Chemieinformatik** Speicherung und Darstellung chemischer Moleküle Substruktursuchen Fingerprint- und Ähnlichkeitssuchen Deskriptoren **Methoden der Bioinformatik** Speicherung und Darstellung von Proteinen Sequenzvergleiche Phylogenetische Bäume Homologie-Modellierung **Methoden des molekularen Designs** (Quantitative) Struktur-Wirkungsbeziehungen Pharmakophorsuche Ligand-Docking und -Scoring **Methoden der Datenanalyse** Statistische Methoden (PCA & PLS) Clusteranalysen Neuronale Netze
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Computerprogramme (u.a. MOE, Gold)
Literatur	G. Klebe, Wirkstoffdesign, Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 2. Aufl. 2009. A. R. Leach, V. J. Gillet, An Introduction to Chemoinformatics, Revised Edition, Springer, 2007. P. M. Selzer, R. Marhöfer, A. Rohwer, Angewandte Bioinformatik: Eine Einführung, Springer, 2003.

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Angewandte Computermethoden in den Lebenswissenschaften**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: Medizinische Chemie M. Sc. Chemie Fach: SoC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-Studium
1	Angewandte Computermethoden in den Lebenswissenschaften	S	4	2	30 h	90 h
	Summe		4	2	**30 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. Michael E. Beck
Dozent(in)	Dr. Michael E. Beck
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie, Physik oder Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Medizinischen Chemie I und II; grundlegende Kenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie; ggf. Module „Computational Chemistry“ und „Biomolekulare Modellierung“. Einführung in Data Science im Bereich Chemie und Chemische Biologie.
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: 1. Seminarvortrag anhand von individuell erarbeiteten Publikationen zu einem vorgegebenen Thema und anschließende Diskussion. 2. Aktive Teilhabe an den Diskussionen zu Vorträgen der anderen Seminarteilnehmer. Die Modulnote setzt sich aus der Note des Vortrags (40% Vortragsmaterialien („Folien“), 40% mündlicher Teil des Vortrags) und der Beteiligung an den Diskussionen (Gewichtung 20 %) zusammen. Für dieses Seminar besteht aus den folgenden Gründen Anwesenheitspflicht:

	1. Jede(r) Studierende hält einen Vortrag mit anschließender Diskussion; diese Einheit wird benotet. 2. Das Lernziel, sich konstruktiv und aktiv an Diskussionen zu beteiligen, wird benotet. 3. Punkt 1. und 2. erfordern ein Publikum. Maximal tolerierbare Fehlzeiten: 1-2 Arbeitstage, ausschließlich mit Attest. Die Wahl der Präsentationsmedien (Tafel, Powerpoint, etc.) ist frei und obliegt dem/der Vortragenden. Die/Der Vortragende ist selbst verantwortlich dafür, dass die zu verwendenden Mittel tatsächlich zur Verfügung stehen.
Studienziele	Neben Erkenntnissen zu Anwendungen, Stärken und Schwächen aktueller computergestützter Methoden zielt dieses Seminar auf die Einübung von Fertigkeiten im konstruktiv geführten wissenschaftlichen Diskurs.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls soll der/die Studierende erlernen, - sich selbstständig in ein neues Arbeitsgebiet mittels Literatur einzuarbeiten. - die dabei gewonnenen Kenntnisse in einem Vortrag zu bündeln und dann - mit anderen Wissenschaftlern auf dem Weg eines Vortrages zu teilen. - sich aktiv und konstruktiv in wissenschaftlichen Diskursen zu beteiligen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Selbständige Erarbeitung einer aktuellen Arbeit aus dem Bereich der Computermethoden für die Wirkstoffforschung - Verstehen der Literatur und kritische Auseinandersetzung mit einem ausgewählten Text, auch anhand von Sekundärliteratur - Präsentation einer Arbeit in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit Darstellung der Kernfragen, der theoretischen Hintergründe, dem Verhältnis zum Experiment, der Ergebnisse, kritischer Diskussion und Einordnung im Zusammenhang mit anderen Arbeiten Sozialkompetenzen - Erarbeiten und Vorbereitung von Präsentationen mit geeigneten Mitteln (Powerpoint, Tafel, FlipChart, oder Kombination geeigneter und verfügbarer Medien) - Halten wissenschaftlicher Vorträge auf Englisch vor Publikum. - Konstruktiv-kritische Diskussion als Vortragende[r] - Aktive konstruktiv-kritische Diskussion als Teilnehmende[r]
Inhalt	Anhand von Literaturbeispielen werden Anwendung und Entwicklung von Computermethoden in den Lebenswissenschaften illustriert.

Medienformen	Präsentation und Diskussion. Als Präsentationsmittel sind grundsätzlich alle im Seminarraum verfügbaren Medienformen erlaubt (vom freien Vortrag über Tafelbilder zu Powerpoint).
Literatur	Wissenschaftliche Literatur, die die Anwendung und Entwicklung von Computermethoden in den Lebenswissenschaften illustrieren.
Beschluss	

Wahlpflichtvorlesungen

der

Molekularen Zellbiologie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Systembiologie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. P. Bastiaens
Dozent(in)	Prof. Dr. P. Bastiaens, Dr. L. Dehmelt, Dr. A. Koseska, Dr. M. Schmick, Dr. K-C. Schürmann, Prof. Dr. F.Wehner, Dr. E. Zamir
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Bachelormodule Chemische Biologie zur Zellbiologie und Mathematik (M-M-1, M-M-2, M-BIO-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Ein grundlegendes Verständnis systembiologischer Analysen in lebenden Zellen und Organismen
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Die Studierenden bekommen einen weitreichenden Einblick in die Konzepte und die Arbeitsweisen der Systembiologie. Aufbauend auf zellbiologischen und auf mathematischen Kenntnissen aus Bachelor-Kursen wird ein umfassendes, quantitatives Verständnis zellulärer Verhaltensweisen im Kontext von Signaltransduktion, Netzwerkdynamik und Selbstorganisation vermittelt. Übung: Die Studierenden werden aktiv in detailierte Diskussionen zu

	experimentellen Daten und Aussagen aus themenrelevanten Original-Veröffentlichungen einbezogen. Ziel ist es, den Stoff aus der Vorlesung an einem konkreten, praxisnahen Beispiel zu vertiefen und einen kritischen Umgang mit der Literatur zu erlernen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: Vermittlung aktueller Fragestellungen aus Molekularbiologie, Zellbiologie, Mikroskopie und Mikro-Spektroskopie, wie sie nach Art systembiologischer Ansätze durchgeführt, analysiert und modelliert werden Fachübergreifendes Lernen: Entwicklung eines Verständnisses für systembiologische Ansätze auf der gemeinsamen Basis von Molekularbiologie, Zellbiologie, Biochemie, Biophysik sowie Mathematik
Inhalt	Entwicklung und Geschichte der Systembiologie, die Regulation zellulärer Dimensionen, Modellorganismen in der Systembiologie, die Dynamik von Zellorganellen, Selbstorganisation der mitotischen Spindel, Organisationsprinzipien in der Zellmigration und in der Morphogenese, Licht- und Elektronenmikroskopie in der Systembiologie, die Visualisierung einer zellulären Reaktionsdynamik, Methoden zur Analyse von biologischen Netzwerken, computer-gestützte Analysen biochemischer Netzwerke, rekonstituierende Netzwerke in Zellen, oszillierende Netzwerke, die *„reaction-diffusion“* und die räumliche Musterbildung in biologischen Systemen
Medienformen	Tafelbilder, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	ausgewiesene Fachliteratur (Primärliteratur)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Experimentelle Zellbiologie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährl. im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Experimentelle Zellbiologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zur exp. Zellbiologie	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. P. Bastiaens
Dozent(in)	Dr. L. Dehmelt
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie B. Sc. Chemie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse der Zellbiologie vergleichbar mit Veranstaltungen zur Zellbiologie im Bachelorstudiengang Chemische Biologie (M-BIO-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten gemäß PO.
Studienziele	Ein grundlegendes Verständnis zellulärer und molekularer Mechanismen in eukaryotischen Zellen und ihre experimentelle Zugänglichkeit.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende in der Lage sein: - Die Konsequenzen biologischer Komplexität und Variabilität für experimentelle Untersuchungen von Zellen zu bewerten. - Durch die Kenntnis molekularbiologischer und chemischer Techniken, problemorientiert geeignete Methoden zur Manipulation von Zellen zu

	identifizieren. - Durch die Kenntnis von experimentellen Strategien, die Anwendung experimenteller Techniken zur Entschlüsselung molekularer Mechanismen in der Zellbiologie zu bewerten.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Auswahl geeigneter Strategien zur Informationsgewinnung - Bewertung von experimentellen Problemlösungsstrategien - Bewertung der Validität und Sicherheit von Informationen und experimentellen Messungen Fachübergreifendes Lernen: - Ursprung, Bedeutung und Anwendung der wissenschaftlichen Methode Sozialkompetenzen - Präzise Kommunikation von Lerninhalten - Diskussion von komplexen Zusammenhängen
Inhalt	1. Interpretation von biologischen Messungen: Komplexität in der Biologie, Variabilität in der Biologie, Konfirmativer und Explorativer Ansatz, Logik der experimentellen Analyse und die wissenschaftliche Methode. 2. Methoden in der Zellbiologie: Analyse von Zellstruktur und Zellfunktion, Inhibition von Proteinaktivität durch RNA Interferenz, Molekularbiologische Methoden zur gezielten Proteinmodifikation, Methoden zur Manipulation von Genen, akute Störungsmethoden, Synthetische Biologie, Rekonstitution von zellulären Prozessen *in vitro* 3. Beispiele aus der Experimentellen Zellbiologie: Intrazelluläre Organisation, Zellkommunikation, Entwicklungsbiologie, Neurobiologie, Organisation des Nukleus, Epigenetik
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, pdf-Dokumente im Internet
Literatur	1. Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, and Peter Walter. Molecular Biology of the Cell, 5th edition, 2008, Garland science, NewYork 2. Spezielle Fachliteratur

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Einführung in die Dynamik biologischer Netzwerke**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in die Dynamik biologischer Netzwerke	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Einführung in die Dynamik biologischer Netzwerke	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Aneta Koseska
Dozent(in)	PD Dr. Aneta Koseska
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Module des Bachelorstudiengangs Chemische Biologie zur Zellbiologie und Mathematik (M-M-1, M-M-2, M-BIO-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Ein grundlegendes Verständnis komplexer Systeme mit Anwendung auf biologische Netzwerke
Angestrebte Lernergebnisse	Vorlesung: Die Studierenden bekommen einen weitreichenden Einblick in die Theorie komplexer Systeme. Aufbauend auf zellbiologischen und auf mathematischen Kenntnissen aus Bachelor-Kursen wird ein umfassendes, quantitatives Verständnis der Dynamik biologischer Netzwerke vermittelt. Fragen zum Entwerfen und Programmieren von genetischen Schaltungen, die trainiert werden können, um auf bestimmte Signale zu reagieren, werden ebenfalls abgedeckt. Übung: Die Studierenden lernen die Dynamik biologischer

	Netzwerke sowohl analytisch als auch numerisch zu identifizieren und zu quantifizieren. Eine Einführung in Programmiersprachen, wie z.B. Matlab, die die für die Übungen notwendigen Skills abdecken, wird ebenfalls gegeben. Das Ziel ist es, die in den Vorlesungen gelernten grundlegenden Konzepte der Dynamik komplexer Systeme praktisch anzuwenden.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Vermittlung aktueller Fragestellungen aus der Dynamik komplexer Systeme und der Systembiologie, Formulierung und Analyse (analytisch sowie numerisch) mathematischer Modelle spezifischer chemischer und biologischer Systeme. Fachübergreifendes Lernen: Entwicklung eines Verständnisses für systembiologische Ansätze auf der gemeinsamen Basis von Nichtlinearer Dynamik sowie Molekularbiologie, Zellbiologie, Biochemie und Biophysik.
Inhalt	Deterministische Systeme, Lineare Stabilitätsanalyse, Bifurkationstheorie und Theorie der Grenzzyklen mit Anwendung auf Enzym-Substrat / Hill-Kinetik, kleine genetische Netzwerke und programmierbare genetische Schaltungen, neuronale Dynamik, Grundprinzipien der Zell-Zell-Kommunikation und Dynamik von gekoppelten Netzwerken.
Medienformen	Tafelbilder, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	ausgewiesene Fachliteratur (Primärliteratur)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Grundlagen der Immunologie**			
Kürzel		M-WV			
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie	

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Grundlagen der Immunologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zur Immunologie	Ü	1	1	15 h	15 h
Summe			**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Watzl
Dozent(in)	Prof. Dr. C. Watzl, Dr. Maren Claus, Dr. Doris Urlaub, Dr. Janine Duppach
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse der Zellbiologie vergleichbar mit Veranstaltungen zur Zellbiologie im Bachelorstudiengang Chemische Biologie (M-BIO-2)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	- Grundkenntnisse über die Bestandteile und die Funktionen des Immunsystems. - Verständnis immunologischer Analysemethoden und therapeutischer Ansätze. - Grundkenntnisse bezüglich Signaltransduktionsprozessen von Immunzellen.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende in der Lage sein: - Auf Basis ihrer in der Lehrveranstaltung erworbenen Kenntnisse der verschiedenen Zelltypen und Organe des Immunsystems deren Funktionen zu verstehen. - Das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten des Immunsystems bei einer erfolgreichen Immunreaktion

	zu verstehen. - Durch die Kenntnis von immunologischen Techniken experimentelle Ansätze zur Untersuchung immunologischer Vorgänge nachzuvollziehen und zu bewerten.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Verständnis der Funktionsweise immunologischer Methoden - Bewertung von experimentellen Ansätzen in der Immunologie - Ableitung von Manipulationen der Immunsystems für therapeutische Zwecke Fachübergreifendes Lernen: - Anwendung zellbiologischer Prinzipien und Methoden Sozialkompetenzen: - Diskussion von komplexen Zusammenhängen
Inhalt	In der Wahlpflichtvorlesung werden die verschiedenen Organe und Zelltypen des Immunsystems vorgestellt. Es wird erläutert, wie diese Komponenten bei einer viralen oder bakteriellen Infektion zusammenarbeiten und welche immunologischen Effektormechanismen die Infektion bekämpfen. Ferner werden die Grundlagen der immunologischen anti-Tumor Antwort behandelt. Es werden außerdem bestehende und neuartige Therapieansätze vorgestellt, die auf immunologischen Grundlagen beruhen (z.B.: Therapie mit monoklonalen Antikörpern, Zelltherapie, Immunsuppressiva, Knochenmarkstransplantation). Zusätzlich werden Grundlagen der Signaltransduktion in Immunzellen vorgestellt (z.B. Signaltransduktion von Zytokinen, T Zell Rezeptor, Inhibierende Rezeptoren etc.).
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	Janeway's Immunobiology, Verlag: Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 8th edition. Cellular and Molecular Immunology, Verlag: Saunders W.B.; Auflage: 8th edition.
Neues Modul	Beschluss am 04.02.2015 im Fakultätsrat

Wahlpflichtvorlesungen

der

Chemischen Biologie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Strukturbiologie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1-4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Raunser
Dozent(in)	Prof. Dr. S. Raunser, Dr. I. Vetter, Dr. O. Hofnagel, Dr. C. Gatsogiannis
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse der Protein- und Zellstrukturbestimmung mittels Elektronenmikroskopie, NMR und Röntgenstrukturanalyse sowie der Analyse und Interpretation von Proteinmodellen
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - die wesentlichen strukturbiologischen Methoden kennen und problemorientiert auswählen können - die theoretischen Grundlagen der Strukturbestimmungsmethoden kennen - mit strukturbiologischen Daten kritisch umgehen können - Verständnis der grundlegenden Schritte und der

	Limitationen bzw. der Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden haben
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie von Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der Strukturbiologie für die Themenfelder Biochemie und Biomedizin
Inhalt	**Elektronenmikroskopie:** Theorie der Elektronenmikroskopie, Instrumentierung, Kristallisation, Probenvorbereitung (Cryo-EM), Einzelpartikelelektronenmikroskopie, Elektronentomographie, Bildverarbeitung **NMR:** Anwendung in der Proteinstrukturbestimmung Röntgenkristallographie: Kristallisation, Kristallvorbereitung, Kristallsymmetrien, Instrumentierung, Datensammlung und Auswertung, Lösung des Phasenproblems, Berechnung der Elektronendichte, Modellbau und Verfeinerung, Qualitätsuntersuchung und Analyse von Proteinmodellen
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	3. J. Frank (2006) Three-dimensional Electron Microscopy of Macromolecular Assemblies, Oxford Univ Pr 978-0-1951-8218-7 4. J. Frank (2006) Electron Tomographie, Springer 978-0387-31234-7 5. L. Reimer (2008) Transmission Electron Microscopy, Springer 978-0-3875-0499-5 6. G.S. Rule, Hitchens T.K. (2005) Fundamentals of Protein NMR Spectroscopy, Springer 978-1-4020-3499-2 7. B. Rupp (2009) Biomolecular Crystallography, Garland Science 978-0-8153-4081-2 8. http://www.ruppweb.org/Xray/101index.html

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Biochemistry of Membrane Proteins**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Biochemistry of Membrane Proteins	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Biochemistry of Membrane Proteins	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. S. Raunser
Dozenten	Prof. Dr. S. Raunser, Dr. C. Gatsogiannis, Dr. P. Bieling, Dr. M. Hernandez
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur (englisch), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse in dem Aufbau von biologischen Membranen und der Struktur und Funktion von Membranproteinen
Angestrebte Lernergebnisse	- Kenntnis der wichtigsten Methoden und Strategien zur Analyse von biologischen Membranen - Kenntnis der generellen Struktur von Membranproteinen - Kenntnis der Funktion von Membranproteinen - Einblick in transmembrane Signaltransduktion und den Transport von Ionen und Molekülen - Verständnis der oxidativen Phosphorylierung und Photosynthese

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Sach- und Fachkompetenz: - Erarbeitung von theoretischen Wissen sowie von Lösungsstrategien für die Analyse von biologischen Membranen Methodenkompetenzen: - Bedeutung von biologischen Membranen in Hinblick auf Zell-Zell Kommunikation und ihre Relevanz für Krankheiten und Therapie sowie Energiegewinnung
Inhalt	- Structure and composition of biological membranes - Protein-lipid interactions - Methods to analyze membrane proteins - Membrane protein families - Channels, transporters, receptors, enzymes - Expression, folding and membrane insertion - Detergents - Biophysics of membrane proteins/lipids - Cytoskeletal cross-talks/membrane interface - Lipid synthesis and homeostasis - Membrane fusion (secretory pathway) - Membrane protein organization in organelles (respiratory chain, photosynthesis)
Medienformen	Tafel; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	Krieger et al., Molecular Cell Biology, Freeman

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Posttranslationale Modifikation von Proteinen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Posttranslationale Modifikation von Proteinen	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Posttranslationale Modifikation von Proteinen	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. S. Raunser
Dozenten	Dr. M. Gersch
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Biochemie (Stryer, Voet & Voet, Lehninger)
Studien-/Prüfungsleistungen	Übungsaufgaben, Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Dieses Modul soll den Studierenden eine Übersicht über die wichtigsten posttranslationalen Modifikationen (PTM) und ihre Bedeutung für zelluläre Prozesse vermitteln. Die chemischen Hintergründe verschiedener Mechanismen der PTM sollen beleuchtet, und moderne biologisch-chemische Forschungsgebiete und Methoden vorgestellt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - Mechanismen proteinmodifizierender Enzyme sowie PTM-erkennender Proteine erklären können. - Wichtige Fallbeispiele der vorgestellten Modifikationen erläutern können. - Zusammenhänge komplexer Mechanismen der

	Signaltransduktion beschreiben können. - Über die Bedeutung von modernen Methoden der Proteinanalytik, der chemische Biologie und der Strukturbiologie im Bezug auf posttranslationale Modifikationen im Bilde sein.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, sich durch das in der Vorlesung vorgetragene Grundlagenwissen den Kontext aktueller Forschungsliteratur erschließen zu können. Biologische Fragestellungen sollen mit der zu Grunde liegenden Chemie verknüpft werden, die wiederum mit relevanten Proteinstrukturen verknüpft werden soll.
Inhalt	Folgende posttranslationale Modifikationen werden besprochen: Methylierung, Phosphorylierung, Acetylierung, Glykosylierung, Lipidierung, Ubiquitinierung, SUMOylierung, Proteolyse, Hydroxylierung, PARylierung sowie Modifikationen durch bakterielle/virale Virulenzfaktoren.
Medienformen	Tafelbilder, Powerpoint-Präsentation, Paperdiskussionen, eigene Notizen
Literatur	1. The Cell, 5. Ed. Alberts et. al. 2. Übersichts- und Originalartikel aus der aktuellen Fachliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Bioorganische Chemie II**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Waldmann
Dozent(in)	Hochschullehrer der Chemischen Biologie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)
Sprache	Deutsch und/oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen in Organischer Chemie, Bioorganischer Chemie und Biochemie
Studien-/Prüfungsleistun-gen	Benotete Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Fortgeschrittene Kenntnisse der allgemeinen Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und die sichere Anwendung dieser Kenntnisse in Theorie und Praxis
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - über wesentliche theoretische Kenntnisse von Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie verfügen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen innerhalb der bioorganischen Chemie

	Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder chemische Biologie und organische Synthese
Inhalt	- Chemie der Kohlenhydrate (Synthese und Eigenschaften sowie biologische Bedeutung) - Chemie der Lipide (Synthese und Eigenschaften sowie biologische Bedeutung)
Medienformen	Tafelbilder, Folien, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	Thisbe K. Lindhorst: Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, Wiley-VCH
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss am 10.06.2015

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chemisch-Biologische Aspekte der Epigenetik**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Chemisch-Biologische Aspekte der Epigenetik	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Chemisch-Biologische Aspekte der Epigenetik	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Summerer
Dozent(in)	Prof. Dr. Daniel Summerer
Sprache	Englisch, Deutsch (je nach Sprachkenntnis des Auditoriums)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Biochemie und der Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarvortrag und mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Dieses Modul soll den Studenten eine Übersicht über epigenetische Mechanismen der Gen-Regulation vermitteln. Behandelt werden die chemischen Grundlagen dieser Mechanismen und ihre Auswirkungen auf das Zellschicksal. Behandelt wird zudem eine große Bandbreite an Methoden für die Synthese epigenetisch modifizierter Proteine und Nukleinsäuren sowie für ihre Analyse in vitro und in vivo.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - Epigenetische Modifikationen in DNA, RNA und Proteinen in ihrer biologischen Funktion zu beurteilen. - Die biologischen Mechanismen für die Einführung, regulatorische Erkennung und Entfernung solcher

	Modifikationen im Detail zu kennen. - Chemisch biologische-Methoden für die Synthese von epigenetisch modifizierter DNA, RNA und Proteinen zu kennen und gemäß der Problemstellung auswählen zu können. - Analysemethoden für die Anwesenheit bestimmter Modifikationen in Biomakromolekülen auszuwählen und in ihrer Aussagekraft zu beurteilen. - Lösungsvorschläge für das Studium von Biomakromolekularen Interaktionen in vitro und in vivo vorzuschlagen, sowohl in einzelnen Komplexen als auch auf Genom-, Transcriptom- und Proteom-weiter Ebene.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Fachübergreifendes Lernen: - Nutzung von analytischen Methoden für biologische Fragestellungen, die auf Grundlagen der Chemie basieren. Sozialkompetenzen: - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen.
Inhalt:	**Chemisch-Biologische Aspekte der Epigenetik** - Epigenetische Phänomene - Grundlagen der Chromatinstruktur - Biologie epigenetischer DNA Modifikationen (Arten, Organismische Verteilung, Biologische Funktionen, Mechnismen der Einführung, regulatorischen Erkennung und Entfernung im Genom). - Synthese epigenetisch modifizierter DNA (DNA-Festphasensynthese, Postsynthetische Modifikationen, Array-Synthese, Enzymatische Modifikationen, Epigenome Engineering). - Analyse epigenetisch modifizierter DNA (Genomischer Gehalt via LCMS-MS, hybridisierungsbasierte Methoden, PCR Methoden, Sequenzierprinzipien, Hochdurchsatz-sequenzierung, Einzelmolekül-Sequenzierung, chem. Konversions- und Tagging-Chemien). - Biologie epigenetischer Proteinmodifikationen (Histone + Nucleosomen, Mechanismen der Einführung, regulatorischen Erkennung und Entfernung von Aminosäure-Acetylierung, Methylierung, Phropshorylierung, Ubiquitinylierung,

	PARylierung und andere. Nucleosome Remodelling, etc.). - Synthese epigenetisch modifizierter Proteine (Peptid-Festphasensynthese, Ligationsmethoden, Erweiterung des genetischen Codes). - Analyse epigenetisch modifizierter Proteine (Interaktionsanalyse in Lösung, Footprinting, Nukleosid und Aminosäureanaloga für die Analyse, Entdeckung unbekannter Interaktionspartner, Hochdurchsatzmethoden für die Chromatinanalyse).
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder.
Literatur	- Lyle Armstrong, Epigenetics, Garland Science, 2014. - Allis, Caparros, Jenuwein, Reinberg, Epigenetics, CSHL, 2015. - Allgemeine Grundlagenliteratur der Biochemie und Molekularbiologie (Stryer, Alberts usw.)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chemie der bioaktiven Heterocyclen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 – 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Dr. Andrey P. Antonchick
Dozent(in)	Dr. Andrey P. Antonchick
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Gute Kenntnisse der Organischen Chemie und Bioorganischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Benotete Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Am Ende des Moduls soll der/die Studierende über ein fundiertes Wissen der Chemie von bioaktiven Heterocyclen verfügen.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: • Über Verständnis von strukturellen, physikalischen und spektroskopischen Eigenschaften von Heterocyclen verfügen • Umfassende Kenntnisse chemischer Eigenschaften und Methoden zur Synthese von Heterocyclen besitzen • Charakteristische Transformationen von Heterocyclen bennen und anwenden können

	• Überblick über Bedeutung und Anwendungsgebiete ausgewählter Derivate, Naturstoffe und anderer biologisch aktiver Verbindungen von verwandten Strukturtypen besitzen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	**Methodenkompetenzen:** - Erarbeitung von Grundlagenwissen sowie von Lösungsstrategien für Problemstellungen - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung **Sozialkompetenzen:** - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	**Die Struktur von Heterocyclen** **Systematische Nomenklatur der Heterocyclen** **Eigenschaften, Synthese und Anwendung n-gliedriger (n = 3-6) Heterocyclen** **Siebengliedrige Heterocyclen und größere Ringsysteme**
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Folien, Übungszettel
Literatur	T. Eicher, S. Hauptmann, A. Speicher, The Chemistry of Heterocycles, Wiley, 2012 J. A. Joule, K. Mills, Heterocyclic Chemistry, Wiley, 2010 L. D. Quin, J. Tyrell, Fundamentals of Heterocyclic Chemistry, Wiley, 2010 K. C. Majumdar, S. K. Chattopadhyay (eds.) Heterocycles in Natural Product Synthesis, Wiley, 2011 J. Alvarez-Builla, J. J. Vaquero, J. Barluenga (eds.) Modern Heterocyclic Chemistry, Wiley, 2011

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Nachhaltige Chemie für die Wirkstoffsynthese**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus Jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 – 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Nachhaltige Chemie für die Wirkstoffsynthese	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Nachhaltige Chemie für die Wirkstoffsynthese	Ü	1	1	15 h	15 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Herbert Waldmann
Dozent(in)	Dr. Andrey P. Antonchick
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemie oder Chemischer Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Gute Kenntnisse der Organischen Chemie und Bioorganischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Benotete Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Am Ende des Moduls sollte der Student/die Studentin gute Kenntnisse über die modernen Methoden und Techniken der nachhaltigen Chemie für die Wirkstoffsynthese haben.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende folgende Fachkenntnisse erworben haben: • Verständnis der Grundlagen der grünen und nachhaltigen Chemie • Umfassende Kenntnisse der modernen Synthesemethoden • Überblick über neue Techniken der chemischen Synthese • Überblick über die Bedeutung und Anwendung nachhaltiger Chemie für die Wirkstoffsynthese

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	**Methodenkompetenzen:** - Erarbeitung von Grundlagenwissen sowie von Lösungsstrategien für Problemstellungen - Entwickeln und Präsentieren von Strategien zur Problemlösung **Sozialkompetenzen:** - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Problemlösungsstrategien - Qualifizierte Darstellung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Grüne Chemie C-H-Bindungsaktivierung Organokatalyse Metallfreie Synthese Photoredox-Katalyse Moderne Techniken in der Synthese
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Folien, Übungszettel
Literatur	I. Arends, R. Sheldon, U. Hanefeld, Green Chemistry and Catalysis. WILEY-VCH, 2007 J.-Q.Yu, Z. Shi (eds.), C-H Activation, Springer-Verlag, 2010 M. Waser, Asymmetric Organocatalysis in Natural Product Syntheses, Springer-Verlag, 2012 P. I. Dalko (ed.), Comprehensive Enantioselective Organocatalysis: Catalysts, Reactions, and Applications, 3 Volume Set, Wiley-VCH, 2013 Aktuelle wissenschaftliche Literatur

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung Einführung in Data Science im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus Jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 – 4 (Master)	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chem. Biologie Fach CB / CB M. Sc. Chemie Fach SoC

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in Data Science im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Einführung in Data Science im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. P. Czodrowski
Dozent(in)	Prof. Dr. P. Czodrowski und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, mündliche Prüfung oder Hausarbeit. Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung von modernen Aspekten aus dem aufstrebenden Feld „Data Science“. Die Studierenden sollen analytisches Denken und stringentes Vorgehen bei der Auswertung von Daten aus dem Bereich der Chemie und Chemischen Biologie erlernen. Darüber hinaus werden die Studierenden in einfachen Beispielen in die Grundzüge

	des Programmierens gebracht.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - in der Lage sein, eigenständig chemische Daten zu prozessieren, analysieren und interpretieren - die Denkweise wissenschaftlichen Programmierens adaptiert zu haben - befähigt werden, eigenständige Skripte zur wissenschaftlichen Datenverarbeitung zu schreiben
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen - Interdisziplinäres Denken, Verknüpfung und Transfer von Konzepten der „DataScience“ zur Anwendung für Fragestellungen der Chemie und Biologischen Chemie
Inhalt	**Teil1: Einführung in Python** Python und … • Variabeln • String-Funktionen • Listen & Tupel • For-Loops • If .. then • Try .. except • Dictionaries • Mathematik-Funktionen • Moleküle • Molekulare Deskriptoren • SMILES/SMARTS **Teil2: Anwendung von Python auf Fragestellungn der Chemie und Chemischen Biologie** • Daten-Aggregration mit der öffentlich verfügbaren Datenbank ChEMBL • Filtern von Datensätzen: „lead-likeness“ und ADME • Filtern von Datensätzen: Unerwünschte Strukturelemente • Ligand-basiertes Virtuelles Screening: Ähnlichkeit von Verbindungen • Clustering von Molekül-Datensätzen • MaximumCommonSubStructure • Ligand-basiertes Virtuelles Screening: Maschinelles Lernen • Ligand-basiertes Virtuelles Screening: Ähnlichkeit von Verbindungen • Zugriff auf Protein-Daten: Protein Data Bank (PDB) • Ligand-basierte Pharmakophore • Bindetaschen-Ähnlichkeit und Vorhersage von off target-Aktivitäten

Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), „Jupyter Notebooks“ Ein eigener Laptop wird für die Übung empfohlen. Wenn möglich, können sich Studierende ein Laptop teilen.
Literatur	https://github.com/volkamerlab/TeachOpenCADD http://automatetheboringstuff.com www.python.org/ (siehe „Documentation“) https://ipython.readthedocs.io https://jupyterlab.readthedocs.io/ http://www.rdkit.org/docs/index.html
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung Beschreibende Statistik im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie
Kürzel	M-WV
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung

Turnus	**Dauer**	**Studiensemester**	**Credits**	**Zuordnung Curriculum**
Jährlich	1 Semester	1 – 4 (Master)	4	B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chem. Biologie Fach SoN M. Sc. Chemie Fach SoN

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Beschreibende Statistik im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Beschreibende Statistik im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. P. Czodrowski
Dozent(in)	Dr. U. Ligges und Mitarbeiter sowie Prof. Dr. P. Czodrowski und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Bestandenes Modul „Einführung in Data Science im Bereich der Chemie und Chemischen Biologie“
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, mündliche Prüfung oder Hausarbeit. Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Studienziele	Vermittlung von statistischen Grundlagen aus dem aufstrebenden Feld „Data Science“. Die Studierenden sollen analytisches Denken und stringentes Vorgehen bei der Analyse von Daten aus dem Bereich der Chemie und Chemischen Biologie erlernen.

Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - in der Lage sein, eigenständig chemische Daten zu prozessieren, analysieren und interpretieren - wesentliche Konzepte der grafischen Darstellung von Daten verinnerlicht haben - angemessene Kennzahlen und Verfahren zur Charakterisierung von empirischen Daten auswählen und berechnen können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen - Interdisziplinäres Denken, Verknüpfung und Transfer von Konzepten der Statistik zur Anwendung für Fragestellungen der Chemie und Biologischen Chemie
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. In der Veranstaltung werden Grundbegriffe wie Zufall, Merkmale, Häufigkeit eingeführt. Grafische und algebraische Methoden zur Beschreibung eines Merkmals wie Histogramm, empirische Verteilungsfunktion, Lage- und Streuungsmaße, Box-Plots und Zeitreihendarstellung werden vorgestellt. Verfahren zur Analyse von zwei Merkmalen wie z.B. Kontingenztafeln, Streudiagramme und Zusammenhangsmaße wie Kontingenz- und Korrelationskoeffizienten sowie einfache lineare Regression werden diskutiert.
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), „Jupyter Notebooks“ Ein eigener Laptop wird für die Übung empfohlen. Wenn möglich, können sich Studierende ein Laptop teilen.
Literatur	https://github.com/volkamerlab/TeachOpenCADD http://automatetheboringstuff.com www.python.org/ (siehe „Documentation“) https://ipython.readthedocs.io https://jupyterlab.readthedocs.io/ http://www.rdkit.org/docs/index.html
Letzte Änderung	

Sonstige

Wahlpflichtvorlesungen

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Chemikalienrecht und Arbeitsschutz**			
Kürzel	MWV			
Modulniveau	Vertiefungsveranstaltung			
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1	**Studiensemester** 6	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Chemikalienrecht und Arbeitsschutz	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche	Prof. Dr. T. Gebel
Dozenten	M. Krause, A. Wilmes, Dr. T. Wolf, Dr. M. Henn, Dr. R. Packroff, M. Sander, Prof. Dr. T. Gebel
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Projektarbeit/Hausarbeit/Präsentation. Prüfungsleistung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vertiefung und Erweiterung der Grundkenntnisse der Veranstaltung „Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker“ (Modul MTO, 1. Semester). Studierende, die im Rahmen des Moduls MTO ab dem WiSe 09/10 nur noch die *eingeschränkte Sachkunde* gemäß ChemVerbotsV erworben haben, können durch die erfolgreiche Absolvierung dieser Veranstaltung die Sachkunde auf das Inverkehrbringen giftiger und sehr giftiger Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel erweitern (Erwerb der *umfassenden Sachkunde*).
Angestrebte	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der

Lernergebnisse	/die Studierende in der Lage sein: - Grundansätze der toxikologischen Stoffbewertung zu kennen (im Rahmen des Erwerbs der erweiterten Sachkunde) und auf Fallbeispiele anzuwenden. - Kenntnisse über die Prinzipien der Gefährdungs-beurteilung von Arbeitsplätzen zu haben und diese problemorientiert anwenden zu können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen in Form von Fallbeispielen. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Erlangung des Wissens über verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung). Fachübergreifendes Lernen: - Die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie und Ökologie.
Inhalt	Die Vorlesung soll die Inhalte der Veranstaltung „Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker“ (Modul MTO, 1. Semester) vertiefen und erweitern: - Vertiefung der Grundkenntnisse in der regulatorischen Toxikologie und Chemikalienrecht, insbesondere Biozid- und Pflanzenschutzmittelrecht. - Vertiefung der Grundkenntnisse auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes bei Chemikalien.
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder
Literatur	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Aktuelle Themen der Toxikologie**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Aktuelle Themen der Toxikologie	S	3	2	30 h	60 h
2	Übungen	Ü	1	1	15 h	15 h
		Summe	**4**	**3**	**45 h**	**75 h**

Modulverantwortliche	Prof. Dr. Thomas Gebel
Dozenten	Prof. Dr. Thomas Gebel
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Präsentation Es besteht eine Anwesenheitspflicht, da der Lehrinhalt von den Studierenden im Rahmen von Präsentationen und Diskussionen erarbeitet wird. Daher kann das Lernziel nur bei regelmäßiger Teilnahme erreicht werden. Es sind zur erfolgreichen Teilnahme maximal 3 Fehltermine erlaubt.
Studienziele	Den Studierenden wird eine Basis geschaffen, sich mit toxikologischen Themen auseinanderzusetzen. Nach Recherche sollen die Studierenden in der Lage sein, eine fachlich fundierte Stellungnahme zu Themen abzugeben, die die Toxikologie von Chemikalien betrifft.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein:

	- Themenfelder auf dem Gebiet der Toxikologie unter Zuhilfenahme moderner Recherchetechniken (elektronische Datenbanken) selbstständig zu erarbeiten und gemäß Aufgabenstellung zu strukturieren. - Eigene Ausarbeitungen zu Themenfeldern auf dem Gebiet der Toxikologie in Form eines Vortrags vor einem chemisch fachkundigen Auditorium zu präsentieren. - Inhalte und Thesen der Präsentation in einer fachwissenschaftlichen Diskussion zu erläutern und zu verteidigen. - Die Behandlung von toxikologischen Fragestellungen in den Massenmedien – insbesondere vor dem Hintergrund des Spannungsfeldes Politik/Gesellschaft/wissenschaftliche Exaktheit – kritisch zu hinterfragen und einzuordnen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Transfer von vorhandenem Wissen aus dem Studium der Chemie/Chemischen Biologie zur Lösung toxikologischer Fragestellungen. - Literaturrecherche, speziell auf dem Gebiet der Toxikologie (Nutzung von Datenbanken). - Präsentation von selbst erarbeiteten Ergebnissen vor einem fachkundigen Auditorium unter Zuhilfenahme computergestützterPräsentationstechniken. - Führen einer Fachdiskussion über toxikologische Fragestellungen. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Kritische Bewertung der veröffentlichten Meinung zu toxikologischen Themen in den Massenmedien vor dem Hintergrund politischer und gesellschaftlicher Strömungen. Fachübergreifendes Lernen: - Die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft.
Inhalt	Auseinandersetzung mit Themen, die im öffentlichen Fokus stehen (z. B. Risiken der Nanotechnologie, PFT im Trinkwasser, Altlast Envio, Umweltfeinstaub).
Medienformen	PowerPoint-Präsentation, Tafelanschrieb
Literatur	

Modulbezeichnung	Wahlpflichtvorlesung **Industrielle Organische Chemie** **Innovationsmanagement**			
Kürzel	M-WV			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Innovationsmanagement	V	3	2	30	60
2	Übungen zur Vorlesung	Ü	1	1	15	15
	Summe		**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. H.-W. Engels
Dozenten	Prof. Dr. H.-W. Engels
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Vermittlung von Inhalten des Innovationsmanagements und Vorbereitung auf Vorstellungsgespräche
Angestrebte Lernergebnisse	- Kenntnis der wichtigsten Methoden und Strategien des Innovationsmanagements - Kenntnis von betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen zur Bewertung von Innovationen - Analyse von Problemstellungen und Entwicklung von Innovationen - Einblick in das betriebliche Management und Vorbereitung auf die Übernahme von Management-Aufgaben - Fähigkeit zur Ideengenerierung für Neuentwicklungen in der Industrie und Grundlagenwissen zu deren Umsetzung

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Sach- und Fachkompetenz: - Kenntnisse zur Nutzung von theoretischem Wissen zur Bearbeitung von Problemstellungen in der Industrie - Fähigkeit zur Anwendung von überfachlichen Kenntnisse im Bereich des Managements und der BWL Methodenkompetenzen: - Einsatz von Arbeitsstrategien zur Entwicklung von neuen Produkten und innovativen Lösungen von Problemstellungen in der Industrie. - Fähigkeit mit Hilfe der erworbenen Kenntnisse bei der Entwicklung neuer Produkte und Services zielgerichtet, sachgerecht und selbstständig vorzugehen
Inhalt	Thematisch werden in Vorlesungen, Fallstudien und Übungen die Kernelemente von Innovationsmanagement vorgestellt: Innovationsstrategie, Ideengenerierung, Projektmanagement, Portfolio Management, Personal/Organisationsmanagement, Knowlege-/IP Management, Technologiemanagement und Grundlagen aus Betriebswirtschaft und Wertmanagement mit besonderer Relevanz für das Innovationsmanagement. Erwartungen an Hochschulbewerber für Innovationsaufgaben bei Vorstellungs- und Bewerbungsgesprächen werden erarbeitet und in Testinterviews geübt.
Medienformen	Tafel; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	Oliver Gassmann, Praxiswissen Innovationsmanage-ment, Clayton M. Christensen, Innovator´s solution, Innovator´s dilemma

Modulbezeichnung		**Berufsqualifizierende Veranstaltungen**		
Kürzel		M-WV		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie M.Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Dr. Markus Schürmann
Dozent(in)	Verschiedene Dozentinnen und Dozenten. Die zugelassenen Lehrveranstaltungen und die entsprechenden Dozentinnen und Dozenten werden jedes Semester per Aushang veröffentlicht.
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Die Studierenden sollten in der Endphase des Bachelor-Studiums bzw. im Master-Studium sein und einschätzen können, welche Kompetenzen für das spätere Berufsleben wichtig sind. Die Voraussetzungen für die Lehrveranstaltungen sind unterschiedlich. Bei manchen fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen können Vorkenntnisse erforderlich sein.
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsform nach Vorgabe in der Lehrveranstaltung bzw. wie per Aushang vorgegeben.
Studienziele	Vermittlung von Kenntnissen und Kompetenzen, die für das spätere Berufsleben wichtig sein könnten.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen sich bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen mit dem Lehrangebot anderer Fakultät auseinandersetzen. Sie sollen die Fachkulturen anderer Fächer kennenlernen sowie Wissen und Kompetenzen für das spätere Berufsleben erwerben.

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die vermittelten Schlüsselkompetenzen hängen von der einzelnen Lehrveranstaltung ab. Es könnten z.B. folgende Kompetenzen vermittelt werden: Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen in der beruflichen Praxis - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Ergebnissen - Analyse von Problemstellungen aus der Berufspraxis - etc. Sozialkompetenzen: - Diskussion in der Gruppe - Teamfähigkeit - Verständnis von anderen Fachkulturen für eine spätere berufliche Zusammenarbeit - etc.
Inhalt	Die Fakultät für Chemie und Chemische Biologie veröffentlicht jedes Semester eine Liste mit Lehrveranstaltungen, die als berufsqualifizierende Veranstaltungen denkbar sind. Die Lehrveranstaltungen dieser Liste können sich die Studierenden für Ihr Studium anrechnen lassen, sofern sie den Anforderungen der Prüfungsordnung entsprechen. Inhalte der Lehrveranstaltungen können statistische Methoden, Soft Skills, Managementmethoden, Arbeitswissenschaften, Privatrecht, Konflikt-Management, Qualitätsmanagement, Polymere, Toxikologie, Chemikalienrecht, Marketing, Wirtschaftswissenschaften, Präsentation, Themen aus dem Anwendungsbereich von chemischen Produkten aus dem Bereich des Bio- und Chemieingenieurwesens etc. sein. Nähere Informationen zu den Lehrveranstaltungen sind den entsprechenden Modulhandbüchern der jeweiligen Fakultäten zu entnehmen. Bei Lehrveranstaltungen, die nicht als Wahlmöglichkeit für die Berufsqualifizierenden Veranstaltungen veröffentlicht wurden, die aber auch zum Bereich der berufsqualifizierenden Veranstaltungen gezählt werden können, ist eine Anerkennung auf Antrag an den Prüfungsausschuss möglich.
Medienformen	Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)
Literatur	Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben.

Modulbezeichnung	Weitere chemische / naturwissenschaftliche Studien			
Kürzel	M-WV-1/2			
Modulniveau	Vertiefungsveranstaltung			
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M.Sc. Chemie M.Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Naturwissenschaftliche oder chemische Veranstaltungen	V/Ü	4	3	45 h	75 h
	Summe		4	3	45 h	75 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Markus Schürmann
Dozent(in)	Verschiedene Dozentinnen und Dozenten aus dem Bereich der Naturwissenschaften.
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B.Sc. Chemie B.Sc. Chem. Biologie
Empfohlene Voraussetzungen	Für die Teilnahme an den fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Chemie oder den Naturwissenschaften können zusätzliche Voraussetzungen notwendig sein. Gegebenenfalls ist eine Absprache mit der Dozentin bzw. dem Dozenten erforderlich, ob die entsprechenden Voraussetzungen für die Lehrveranstaltung vorhanden sind.
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsform nach Vorgabe in der Lehrveranstaltung bzw. im Modulhandbuch.
Studienziele	Erwerb von weiterführenden Kenntnissen und Kompetenzen in anderen Naturwissenschaften oder in Lehrveranstaltungen der Chemie bzw. Technischen Chemie außerhalb der Fakultät für Chemie und Chemische Biologie, die für das Berufsleben oder fächerübergreifende Forschungsthemen interessant sind.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen sich bei der Auswahl der Lehrveranstaltungen mit dem Lehrangebot anderer Fakultäten und Universitäten, insbesondere der Universitätsallianz Ruhr, auseinandersetzen. Sie sollen die Kultur in anderen Fächer kennenlernen sowie Wissen und Kompetenzen für das spätere Berufsleben erwerben.

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Die vermittelten Schlüsselkompetenzen hängen von der einzelnen Lehrveranstaltung ab. Es könnten z.B. folgende Kompetenzen vermittelt werden: Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen in der beruflichen Praxis - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Ergebnissen - Analyse von Problemstellungen aus der Berufspraxis - etc. Sozialkompetenzen: - Diskussion in der Gruppe - Teamfähigkeit - Verständnis von anderen Fachkulturen für eine spätere berufliche Zusammenarbeit - etc.
Inhalt	Masterstudierende der Chemie können sich Lehrveranstaltungen aus den Naturwissenschaften, der Technischen Chemie oder der Chemie aus anderen Universitäten für das Master-Studium auf Antrag an den Prüfungsausschuss als Wahlpflichtveranstaltung anrechnen lassen. 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. Inhalte der Lehrveranstaltungen sind den entsprechenden Modulhandbüchern zu entnehmen.
Medienformen	Tafelbild und/oder PowerPoint-Präsentation und andere (abhängig von Dozentin bzw. Dozent)
Literatur	Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben.

Wahlpflichtpraktika

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Anorganische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Anorganische Chemie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Anorganische Chemie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Strohmann
Dozenten	Prof. Dr. G. Clever, Prof. Dr. A. Steffen, Prof. Dr. C. Strohmann, JProf. Dr. S. Henke
Sprache	Deutsch und Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Teilnahme am Seminar (Fehlzeiten von über 10% können nur in begründeten Ausnahmefällen, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, toleriert werden), bestandene Antestate (unbenotet), Abschlussprotokoll (benotet). Modulabschluss: Mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über

	eigene Projektarbeit. Die Note setzt sich zu gleichen Teilen aus den Noten der mündlichen Prüfung und des Abschlussprotokolls zusammen. Details sind der aktuellen Praktikumsordnung zu entnehmen.
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie beherrschen und in der Lage sind, ihre eigene Projektarbeit in einem Seminarvortrag vorzustellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einzuordnen
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu kennen, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich der Struktur und den Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu

	diskutieren. *)Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) - Fachübergreifendes Lernen: - Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppen. Die Forschungsthemen können u. a. aus folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - „Computational Chemistry“ Verwendete analytische Methoden (Auswahl): - Massenspektrometrie - Ionenmobilitätsspektrometrie - Infrarotspektroskopie - UV/VIS-Spektroskopie - Elementaranalyse - Schmelzpunktbestimmung - Drehwertbestimmung - Brechungsindex - NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) - Einkristallröntgenstrukturanalyse

	- Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Seminare: PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Bioanorganische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich in der vorlesungsfreien Zeit nach dem WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M.Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Bioanorganische Chemie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Bioanorganische Chemie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Clever
Dozenten	Prof. Dr. G. Clever, Prof. Dr. A. Steffen, Prof. Dr. C. Strohmann, JProf. Dr. S. Henke
Sprache	Deutsch und Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Teilnahme am Seminar, bestandene Antestate (unbenotet), Abschlussprotokoll zu jedem Versuch (benotet). Modulabschluss: Mündliche Prüfung mit Seminarvortrag zu einem vorgegebenen Thema und anschließender Diskussion. Die Note setzt sich zu gleichen Teilen aus der Note der mündlichen Prüfung und der Gesamtnote der

	Abschlussprotokolle zusammen. Für das Praktikum 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 10% des Praktikums (max. zwei Versuchstage) durch Wiederholung ausgeglichen werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden. Auch für das Seminar besteht Anwesenheitspflicht, da das Hören und gemeinsame Diskutieren aller Vorträge Voraussetzungen zum Erreichen der Lernziele sind. Fehlzeiten von über 10% (ein Seminartag) können nur in begründeten Ausnahmefällen, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, toleriert werden. Details sind der aktuellen Praktikumsordnung zu entnehmen.
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden die speziellen Arbeitsmethoden der Bioanorganischen Chemie beherrschen und in der Lage sein, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Bioanorganischen Chemie in einem Seminarvortrag vorzustellen.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der Bioanorganischen Chemie zu kennen, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren - mit Proben biologischen Ursprungs wie DNA und Proteinen in verdünnten wässrigen Lösungen zu arbeiten und dies mit Methoden der synthetischen Anorganischen Chemie und verschiedenen analytischen Methoden zu kombinieren - die Ergebnisse thermodynamischer und kinetischer

	Untersuchungen graphisch und mathematisch auszuwerten und zu diskutieren - die computergestützte Bearbeitung, Visualisierung und Interpretation von Biopolymer- und Metallkomplex-Kristall- bzw. NMR-Strukturen und berechneten Modellen mit verschiedenen Softwarepaketen anzugehen - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können - die Thematik eines wissenschaftlichen Teilgebiets, einer Methode oder eines speziellen Artikels aus dem Gebiet der Bioanorganischen Chemie zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen: - Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an klassischen Beispielen und aktuellen Forschungsproblemen der Bioanorganischen Chemie sowie an spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppen der Bioanorganischen und Chemischen Biologie. Insbesondere können Themen aus folgenden Gebieten behandelt werden: - Verständnis und Analyse von Primär-, Sekundär- (Tertiär-, Quartär-) Strukturen von DNA und Proteinen - Anwendung von Methoden der optischen Spektroskopie

	wie UV-Vis, Fluoreszenz und Circular Dichroismus sowie weiterer Techniken (z.B. ESR) - Synthese von Übergangsmetallkomplexen, die bioanorganische Funktionselemente imitieren bzw. mit biologischen Strukturen interagieren - Beschäftigung insbesondere mit den physiologisch relevanten Metallen Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel und Zink - Thermodynamische und kinetische Betrachtung von Ligandaustauschprozessen - Interaktion bioanorganischer Verbindungen mit kleinen biorelevanten Molekülen wie NO, CO und O_2 - Biorelevante Redoxprozesse - Bedeutung nicht-kovalenter Wechselwirkungen in Bezug auf Bioanorganische Fragestellungen - Extraktion bioanorganisch-relevanter Verbindungen aus natürlichen Materialien und Vergleich mit synthetischen Analoga - Anwendung verschiedener Computerprogramme für die Bearbeitung, Visualisierung und Auswertung von bioanorganischen Strukturen und Modellen <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über ausgewählte Themen, Methoden oder Fachartikel mit anschließender Diskussion.
Neues Modul	Fakultätsratsbeschluss vom

Modulbezeichnung	Wahlpflichtpraktikum **Analytische Chemie - Wasser und Boden**			
Kürzel	M-PR			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Analytische Chemie - Wasser und Boden	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Praktikum Analytische Chemie - Wasser und Boden	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		9	10	150 h	120 h

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke, Prof. Dr. Michael Spiteller
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie, Teilnahme am Modul Analytische Chemie - Wasser und Boden I
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Versuchsplan anfertigen, Kolloquium vor Versuchsbeginn, Versuchsdurchführung Prüfungsleistung: Abschlussprotokoll (70%) und Vortrag beim Institutskolloquium in Englisch (30%)
Studienziele	Es wird ein Überblick über die gängigen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik in der Praxis erlangt. Moderne Probenvorbereitungen, Trennmethoden und Analytdetektionen können eigenständig durchgeführt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - die grundlegenden analytischen Trennmethoden und Probenvorbereitungen der Wasser- und Bodenanalytik durchzuführen. - verschiedenste eingesetzte Geräte können in Hard-

	und Software bedient werden - Methodenkenndaten für chromatographische Trennungen/spektroskopische Detektionen können bestimmt werden
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur praktischen Umsetzung von analytischen Problemstellungen Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit Fachkompetenz: - Fachspezifische praktische Kenntnisse zur Analytik von Umweltschadstoffen
Inhalt	- Probennahme und Probenvorbereitung für Wasser und Bodenuntersuchungen, - Anreicherungs- und Extraktionstechniken (SPE, SPME, LSE, Sonication, ASE), - Chromatographische Techniken (GC, HPLC, prep.-LC, micro-LC, UHPLC) gekoppelt mit modernen Detektoren (MS, tandem-MS, HR-MS, DAD), - Qualitative und quantitative Auswertung der Untersuchungsergebnisse - Versuchsplanung/Durchführung zum Abbau/Verbleib von organischen Schadstoffen in Wasser und Boden
Medienformen	Versuchsskript, Powerpoint-Präsentationen bei Seminaren, instrumentelle Analysengeräte über Software selbst steuern, Auswertungen an eigenen Computerarbeitsplätzen, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	• Georg Schwedt: Taschenatlas der Analytik, Wiley-VCH, 2007 • Bracher, F. et al.: Arbeitsbuch instrumentelle Analytik, Govi-VerlagGmbH, Eschborn, 2008 • Marc Pansu, Jacques Gautheyrou: Handbook of Soil Analysis, Springer Verlag Berlin, 2006 • Karl Höll: Wasser, 8.Auflage, Walter de Gruyter Verlag Berlin, 2002 • H.-J. Hübschmann: Handbuch der GC-MS, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1996 • Georg Schwedt: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2008
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss am 09.03.2016

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Analytische Chemie – NMR-Spektroskopie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Analytische Chemie – NMR-Spektroskopie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Praktikum Analytische Chemie – NMR-Spektroskopie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. W. Hiller
Dozent(in)	Prof. Dr. W. Hiller
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	Wahlpflichtvorlesung Hochauflösende NMR
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Abschlusskolloquium, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Den Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse zu modernen ein- und multidimensionalen NMR-Methoden sowie neuesten NMR-Geräten vermittelt werden. Probenvorbereitungen, verschiedene Messmethoden, Prozessieren der Messdaten, Spektrendarstellungen und Spektreninterpretationen können eigenständig durchgeführt werden.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - fortgeschrittene und moderne NMR-Methoden zu kennen und gemäß der Problemstellung auswählen

	zu können - Hard- und Software zu bedienen - Proben für die NMR-Analytik vorzubereiten - Grundlegende NMR-Messmethoden am Gerät durchzuführen - aus gegebenen NMR-Spektren sinnvolle Strukturvorschläge bzw. Charakterisierungen für die untersuchten Substanzen abzuleiten
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Problemstellungen - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Fachübergreifendes Lernen: - Nutzung von analytischen Methoden für chemische Fragestellungen, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren. Sozialkompetenzen: - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit hohen Magnetfeldern.
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an klassischen Beispielen und aktuellen Forschungsproblemen der Arbeitsgruppen der Organischen, Anorganischen und Physikalischen Chemie und der Chemischen Biologie. Entsprechende Proben und Experimente werden zur Problemlösung vorbereitet. Dazu werden folgende Themen ausgewählt: - die manuelle und automatische Bedienung eines NMR-Gerätes einschließlich Probenvorbereitung - Vorbereitung eines NMR-Experimentes mittels Tunen, Locken, Shimmen - Aufsetzen eines NMR-Experimentes - Optimierung der erforderlichen Messparameter (Pulse, Digitalisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, etc.) - Durchführung von 1D- und 2D-Messungen - T1- und T2-Relaxationsmessungen - Prozessieren der NMR-Daten (geeignete Wahl der Wichtungsfunktionen, Zerofilling, linear Prediction, Phasen- und Basislinienkorrekturen, Integration, etc.) - Spektrendarstellung - Spektrenanalyse <u>2) Seminar</u> Seminarvorträge über ausgewählte Themen, Methoden oder Fachartikel mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien
Literatur	- T.Claridge, High-Resolution NMR Techniques in

	Organic Chemistry, Pergamon, 1999 - S.Berger, S.Braun, 200 and more NMR Experiments, Wiley-VCH, 2004 - Nutzermanuals - Fachliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Organische Chemie	P	7	8	120 h	90 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Organische Chemie	S	2	2	30 h	30 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. N. Krause, Prof. Dr. R. Weberskirch, Dr. L. Iovkova-Berends, wiss. Mitarbeiter
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleich-wertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltungen: Synthesemethoden und Reaktionsmechanismen, Teil 2 (Wahlpflichtvorlesung) und/oder andere Wahlpflichtvorlesungen aus der organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Abschlusskolloquium, , Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In diesem Modul sollen den Studierenden neuste Arbeits- und Synthesemethoden sowie Geräte vermittelt werden. Dazu soll ein aktuelles Forschungsprojekt aus einer Arbeitsgruppe des Lehrbereichs Organische Chemie selbständig zu bearbeitet und anhand der Literatur zu bewertet werden. Die Betreuung erfolgt durch die wiss. Mitarbeiter der betreffenden Forschungsgruppe. Im Seminar sollen die Studierenden sich in kleinen Gruppen mit einem aktuellen Teilgebiet der organischen

	Synthesechemie beschäftigen und dieses als Vortrag im Rahmen des Seminars präsentieren.
Angestrebte Lernergebnisse	Vertiefung und Erweiterung organisch-präprativer Arbeitstechniken; Vertiefung und Erweiterung organisch-chemischer Synthesemethoden; Vertiefung bereits erlernter spektroskopischer Charakterisierungsmethoden; Erweiterung der Kenntnisse über die für die Laborpraxis relevanten Vorschriften der Gefahrstoffverordnung; Einordnung und Bewertung der erhaltenen Ergebnisse in den Kenntnisstand der organischen Chemie; Verständnis und Bewertung aktueller Publikationen der organischen Chemie; Wissenschaftliche Präsentation der eigenen Forschungsarbeiten und von aktuellen Forschungsgebieten in der Organischen Chemie, die den Anforderungen wissenschaftlicher Publikation entsprechen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen für die Bearbeitung organisch-chemischer Problemstellungen - Entwicklung und Umsetzung eigener Synthesestrategien - Selbstständige Planung und Durchführung von Experimenten - Einordnung der erhaltenen Ergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext - angemessene wissenschaftliche schriftliche Präsentation und Diskussion von Ergebnissen und Versuchsdaten - angemessene mündliche Präsentation von aktuellen Forschungsarbeiten - Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung unterschiedlicher Synthesestrategien - Teamfähigkeit - Analysefähigkeit und Kreativität bei der Bearbeitung von organisch-chemischen Problemstellungen und der Entwicklung geeigneter Lösungsansätze
Inhalt	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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie: Synthesewissenschaften**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Synthesewissenschaften	P	7	8	120 h	90 h
2		S	2	2	30 h	30 h
Summe			9	10	150 h	120 h

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Hiersemann
Dozent	Prof. Dr. M. Hiersemann und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chem. Biologie (oder gleichwertige Abschlüsse)
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele und angestrebte Lernergebnisse	Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden die zugrundeliegenden theoretischen und handwerklichen Kernkompetenzen zur Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Zielmolekül-orientierten Synthesesequenz vor dem Hintergrund der Naturstofftotalsynthese beherrschen und in die Forschungspraxis umsetzen können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Theorie: • Retrosynthese (Syntheseplanung) • Reaktionsmechanistik • angewandte Spektroskopie • präsentations- und publikationsgeeignete Aufbereitung synthesewissenschaftlicher Ergebnisse Praxis:

	• Versuchsdokumentation • Versuchsaufbau und Durchführung auf dem Stand der Technik (Arbeiten unter Luft- und Feuchtigkeitsausschluss und im Feinvakuum, Hoch- und Tieftemperaturtechniken, Ozonisator) • Einsatzmöglichkeiten der Mikrowellentechnologie (Handhabung eines Mikrowellenreaktors) • Einsatzmöglichkeiten der Photochemie (Handhabung eines Photoreaktors) • Einsatzmöglichkeiten eines Kryostaten • Chromatograpische Methoden (Dünnschichtchromatographie, Schwerkraft-Säulenchromatographie, Hochdruckflüssigkeitschromatographie) • Auswahl geeigneter spektroskopischer Techniken zur Strukturaufklärung
Inhalt	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen synthesewissenschaftlichen Fragestellung aus dem Forschungsfeld der Naturstoffsynthese.
Medienformen	Tafel; Präsentation eigener Ergebnisse
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Physikalische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum	P	7	8	120 h	90 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum	S	2	2	30 h	30 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. H. Rehage, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, PD Dr. G. Neue
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	Fundierte Kenntnisse des Aufbaus der Materie und der Spektroskopie sollten vorhanden sein. Darüber hinaus wird der Besuch mindestens einer Wahlpflicht-Vorlesung der Physikalischen Chemie dringend empfohlen.
Studien-/Prüfungsleistungen	Testate über die Versuchsprotokolle, Abschlusskolloquium, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, modernste Arbeitsmethoden und Geräte kennen zu lernen, werden 2/3 des Praktikums (8 Versuche) in den verschiedenen Arbeitsgruppen der Physikalischen Chemie an Forschungsapparaturen mit wechselnden Themen durchgeführt. Die Betreuung erfolgt durch wissenschaftliche Mitarbeiter des betreffenden Forschungsgebietes. Versuche im allgemeinen Praktikumssaal der Physikalischen Chemie ergänzen das Spektrum. Im Seminar bearbeitet jeder Studierende ein modernes

	Spezialgebiet der Physikalischen Chemie und stellt die Ergebnisse in einem Vortrag dar.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen modernste physikalisch-chemische Arbeitsmethoden kennen lernen. In Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen sollen sie nachweisen, dass sie fortgeschrittene Arbeitsmethoden für die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten in den Grundzügen beherrschen. Die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sollen in Versuchsprotokollen ausgearbeitet werden, die formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten - logische Analyse grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene - Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Apparaturen Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	**Computerchemie:** Quantenchemische Rechnungen, Solvatationsphänomene, Simulationsverfahren. **Röntgen-Kleinwinkelstreuung:** Strukturaufklärung großer Biomoleküle in Lösung. **Magnetische Suszeptibilität, NMR-Spektroskopie**: Bestimmung von Diffusionskoeffizienten aus Relaxationszeit-Messungen. **Rheologische Messungen:** Bestimmung von Relaxationsmodulen, Strukturverhalten verschiedener Substanzen. **Langmuir-Blodgett-Technik:** molekularer Platzbedarf und Orientierung an Oberflächen, Anreicherung von Nanopartikeln. **Kontaktwinkelmessungen:** flüssig/fest-Grenzflächen, Bestimmung des polaren und dispersen Anteils der Festkörperoberflächenspannung. **Diffusionspotenziale**: Bestimmung der Potenziale mit EMK-Messungen. **UV-Spektroskopie**: Konformationsanalyse von Ketonen. **Diffusionsmessungen**: Bestimmung der Diffusionskoeffizienten in Flüssigkeiten (Schlierenmethode).
Medienformen	Seminar: Powerpoint-Präsentation
Literatur	Versuchsskripte. Die erforderliche Spezialliteratur wird den Studierenden bei der Aufgabenstellung angegeben.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Biophysikalische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum	P	7	8	120 h	90 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum	S	2	2	30 h	30 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Winter
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. H. Rehage, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss).
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltungen: Biophysikalische Chemie – Methoden und Anwendungen (M-BIO-4 oder Wahlpflichtvorlesung) Spezielle Physikalische Chemie: Struktur und Dynamik von Biomolekülen (Wahlpflichtvorlesung)
Studien-/Prüfungsleistungen	Testate über die Versuche und Protokolle, Teilnahme am Seminar, Abschlusskolloquium, , Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, modernste Arbeitsmethoden und Geräte kennen zu lernen, wird das Praktikum im Wesentlichen am Lehrstuhl für Physikalische Chemie I (Biophysikalische Chemie) durchgeführt. Die Betreuung erfolgt durch wissenschaftliche Mitarbeiter des betreffenden Forschungsgebietes. Im Seminar bearbeiten die Studierenden gemeinsam ein modernes Spezialgebiet der Physikalischen Chemie.

Angestrebte Lernergebnisse	Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden Arbeitsmethoden der Biophysikalischen Chemie in den Grundzügen beherrschen und in der Lage sein, Versuchsprotokolle, die den Anforderungen wissenschaftlicher Publikationen genügen, auszuarbeiten.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten - logische Analyse grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene - Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Apparaturen Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	**Angewandte Techniken:** CD-, FTIR-, UV- und Fluoreszenzspektroskopie, Fluoreszenz-Anisotropie, FRET, Fluoreszenz-Löschung, Differenz-Scanning-Kalorimetrie, Kleinwinkel-Röntgenstreuung, Röntgen-Reflektometrie, Langmuir-Filmwaage, Molekulardynamik-Computersimulation **Versuchsthemen:** Analyse der Sekundär- und Tertiärstruktur von Proteinen in Lösung, Konformationsumwandlungen von Biopolymeren (Lipide, Proteine, DNA), Einfluss von Temperatur und Cosolventien auf die Struktur gelöster Proteine, Amyloidbildung von Proteinen, Phasenverhalten von Lipidmembranen, Strukturbestimmung von Lipidmono- und Lipidmultischichten, Chromophor-Chromophor-Wechselwirkung
Medienformen	Seminar: Powerpoint-Präsentation
Literatur	R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, 2. Auflage, Vieweg+Teubner, 2011. Ausführliche Versuchsskripte mit Angaben von Spezialliteratur (werden im Internet zur Verfügung gestellt).

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Biomolekulare Modellierung**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau				
Turnus Permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Biomolekulare Modellierung	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Biomolekulare Modellierung	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		9	10	150 h	120 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. M. Kast
Dozent(in)	Prof. Dr. S. M. Kast und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. Chemie, B. Sc. Chemische Biologie (oder gleichwertiger Abschluss)
Empfohlene Voraussetzungen	Programmierkenntnisse, erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltungen „Computational Chemistry“ und/oder „Biomolekulare Modellierung“ (Wahlpflichtvorlesungen)
Studien-/Prüfungsleistungen	Testate, aktive Teilnahme am Seminar, Protokoll und Abschlusskolloquium, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO. Alle gestellten Praktikumsaufgaben und Seminartermine sind zu absolvieren. Es besteht Anwesenheitspflicht im Seminar sowie wegen der i. d. R. nur im Labor gegebenen technischen Voraussetzungen auch während der praktischen Arbeit. Ausnahmen hiervon werden nur im Einvernehmen mit den Betreuern ermöglicht.
Studienziele	Den Studierenden werden neueste Methoden und Arbeitstechniken im Bereich der Theorie und computergestützten Modellierung molekularer Systeme und ihre Anwendung auf biologisch-chemische Fragestellungen vermittelt. Hierzu werden konkrete Probleme bearbeitet, die sich an die aktuellen Fragestellungen der Arbeitsgruppe anlehnen. Darüber hinaus sollen die Studierenden sich mit einem aktuellen Teilgebiet der Theorie befassen und dieses

	als Vortrag im Seminar präsentieren.
Angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, für ein gegebenes Problem die angemessenen theoretischen Methoden auszuwählen sowie selbstständig die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Modellierungsverfahren einzuschätzen. Sie sollen weiterhin die Ergebnisse im veröffentlichten wissenschaftlichen Kontext einordnen und adäquat präsentieren können.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von Grundlagenwissen zur Entwicklung von methodischen Lösungsstrategien - angemessene mündliche und schriftliche Präsentation von Lösungen - logische Analyse von Möglichkeiten und Grenzen theoretischer Zugänge zu biochemischen und biophysikalischen Problemen - Präsentationstechniken - Programmiertechniken Sozialkompetenzen: - Diskussion und Bewertung verschiedener Lösungsansätze - Teamfähigkeit - Analysefähigkeit und Kreativität bei der Methodenwahl - Kooperationsfähigkeit mit experimentell arbeitenden Partnern
Inhalt	Die Thematik orientiert sich an den aktuellen Fragestellungen der Arbeitsgruppe. Die angewendeten und im Seminar zu diskutierenden Methoden können u.a. in die folgenden Bereiche fallen: - Umgang mit atomaren Strukturdaten - Homologiemodellierung - Geometrieoptimierung - Vibrationsanalyse - Moleküldynamiksimulation - Monte-Carlo-Simulation - Vergröberte Modelle - Solvatationsmodellierung - Quantenchemische Berechnungen - Datenanalyse und -modellierung - Organisation komplexer Modellierungsabläufe
Medienformen	Berichte, Diskussionen, Powerpoint-Präsentationen
Literatur	T. Schlick, Molecular Modeling and Simulation: An Interdisciplinary Guide, 2nd Ed., Springer, 2010. F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 2nd Ed., Wiley, 2006. Ausgewählte Artikel aus Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Medizinische Chemie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Medizinische Chemie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Praktikum Medizinische Chemie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Rauh
Dozent(in)	Dr. D. Schade, Dr. A. Brunschweiger, Dr. O. Koch, Prof. Dr. D. Rauh, Prof. Dr. S. Brakmann, Prof. Dr. S. M. Kast
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss Belegung des Praktikums durch Studierende des Master-Studiengangs Chemie nur auf Antrag möglich
Empfohlene Voraussetzungen	Der begleitende Besuch der Vorlesungen „Medizinische Chemie I + II“ und „Design und Synthese von Wirk- und Arzneistoffen“, sowie der begleitende Besuch der Vorlesungen „Methoden der Informatik in der Wirkstoffforschung“ oder „Biomolekulare Modellierung“ werden empfohlen.
Studien-/Prüfungsleistungen	Versuchsprotokolle, mündliche Abschlussprüfung. - Für das Praktikum 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 10 % des Praktikums (max. zwei Versuchstage) durch Wiederholung ausgeglichen werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse der wichtigsten Methoden in der Medizinischen Chemie und die sichere Anwendung dieser Kenntnisse

Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - über wesentliche praktische Kenntnisse der Datenbankrecherche, der Anwendung computerbasierter Methoden des rationalen Wirkstoffdesigns, der Analytik von kleinen Molekülen mittels NMR und LC-MS, der Synthese und Testung von Enzym-Inhibitoren, von ADME-Parametern sowie Methoden zur Ermittlung dieser (z.B. HPLC-Analytik) verfügen - diese Kenntnisse experimentell sicher anwenden und die erzielten Ergebnisse nachvollziehbar schriftlich dokumentieren können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie von Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement - GMP- und GLP-konformes Arbeiten im Labor Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - Verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz, Umweltschutz, Gentechniksicherheit) Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der Datenbankrecherche; Bedeutung von kleinen bioaktiven Molekülen für die Themenfelder Chemische Biologie, Biotechnologie und Biomedizin - Verknüpfung computergestützter Methoden mit chemischen und biologischen Fragestellungen
Inhalt	1) Praktische Methoden der Wirkstoffidentifizierung • Identifizierung und Beurteilung der Reinheit von kleinen Molekülen mittels NMR und LC-MS • Synthese (Synthese von Wirkstoff-relevanten Heterocyclen) und Aufreinigung eines möglichen Inhibitors von Proteasen, Charakterisierung der Verbindung mittels LC-MS und NMR • Durchführung eines Enzym-Assays anhand einer Protease, Bestimmung einer Enzymkinetik, Kennenlernen verschiedener Hemmechanismen 2) *In vitro*-Pharmakokinetik (PK) • Beurteilung von PK-Parametern • Bestimmung der Permeabilität im PAMPA-Assay • Bestimmung der Löslichkeit und Lipophilie • Bestimmung der chemischen Stabilität unter physiologisch relevanten Bedingungen • Untersuchung des Metabolismus in Plasma- und Leberenzympräparationen 3) Anwendung und Evaluierung strukturbasierter Methoden im rationalen Wirkstoffdesign: • Docking-Studien, Pharmakophorsuche und strukturbasiertes Design an Proteasen • Molekular-Dynamik Simulationen an Protein-Ligand Komplexen zur Unterstützung des Wirkstoffdesigns

	• *In-silico*-Bestimmung von PK-Parametern 4) Recherche eines Moleküls in verschiedenen für die Medizinalchemie wichtigen Datenbanken (BindingDB, Pubchem, Pubchem Bioassay, ChEMBL, TTD), Verfassen einer kurzen Monographie anhand eines Fragenkatalogs
Medienformen	Tafelbilder, Folien, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), öffentliche Online-Datenbanken
Literatur	begleitendes (Online-)Skript, aktuelle Originalliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Bioorganische Chemie II**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Bioorganische Chemie II	P	6	8	120	60
2	Seminar zum Praktikum Bioorganische Chemie	S	3	2	30	60
	Summe		**9**	**10**	**150**	**120**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Waldmann
Dozent(in)	Hochschullehrer der Chemischen Biologie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)
Sprache	Deutsch mit englischen Anteilen
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss. Belegung des Praktikums durch Studierende des Master-Studiengangs Chemie nur auf Antrag möglich.
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Bioorganischer Chemie entsprechend der Vorlesung Bioorganischer Chemie I und solide Grundlagen in organischer Chemie und Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum inkl. aller Protokolle, benotete mündliche Abschlussprüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Es besteht Anwesenheitspflicht, weil die Notwendigkeit besteht, die Versuche an den zur Verfügung gestellten Geräten durchzuführen. Diese Anwesenheitspflicht bezieht sich auf die Vorbesprechung, die die Sicherheitseinweisung beinhaltet, und auf die praktische Durchführung der Versuche. In beiden Praktika sind jeweils vier Versuche, die jeweils 1 Woche dauern, zu absolvieren. Anwesenheitspflicht ist dabei so zu definieren, dass alle vier Versuche erfolgreich durchgeführt werden müssen. Fehlen Studierende an

	einzelnen Tagen, ist dieses nur mit ärztlichem Attest entschuldigt. Konnte der Versuch dennoch erfolgreich absolviert werden, wird die erfolgreiche Durchführung des praktischen Teils anerkannt. Kann ein Versuch nicht erfolgreich absolviert werden, muss dieser (ebenfalls nach Abgabe eines ärztlichen Attestes) bei nächster Gelegenheit nachgeholt werden. Können mehrere Versuche nicht durchgeführt werden, muss das gesamte Praktikum zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden.
Studienziele	Vertiefte Kenntnisse der Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und die sichere Anwendung dieser Kenntnisse in Theorie und Praxis
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - über weitreichende theoretische Kenntnisse von Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie verfügen - diese Kenntnisse sicher sowohl im Labor als auch in der Theorie anwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie von Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - Verantwortungsbewußtes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz, Umweltschutz) Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder chemische Biologie und organische Synthese
Inhalt	- Verknüpfung von chemischen und biologischen Arbeitstechniken, Fragestellungen und Ideen - Nutzung der Expertise der Chemie zur Beantwortung biologischer Fragen - Nachweis von DNA-Punktmutationen - Synthese und Charakterisierung von kovalenten Oligonucleotid-Streptavidin Konjugaten und ihre Anwendung bei DDI - *In silico* Entwicklung eines Proteinliganden - Posttranslationale Modifikationen von Proteinen und ihre Bedeutung für die Signaltransduktion - Proteom-Analyse - Kombinatorische Synthese von Substanzbibliotheken und Nachweis der biologische Aktivität - Testsysteme, mit denen Wechselwirkungen zwischen kleinen Molekülen und Proteinen untersucht werden können

Medienformen	Tafelbilder, Folien, Powerpoint-Präsentation, Praktikumsskript
Literatur	9. Waldmann, Janning, „Chemical Biology – A Practical Course“, Wiley-VCH 10. Waldmann, Janning, „Chemical Biology – Learning through Case Studies“, Wiley-VCH 11. Allgemeine Lehrbücher der organischen Chemie (z.B.: Vollhardt, „Organische Chemie“, Wiley-VCH) und der Biochemie (z.B.: Voet, Voet, „Biochemie“, Wiley-VCH)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Technische Chemie (Arbeit im Forschungslabor)**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Vertiefungsveranstaltung		
Turnus Laborarbeit nach Absprache jederzeit, Seminar im WS	**Dauer** Labor ca. 4 Wochen Blockveranst.	**Studiensemester** 1 oder 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vertiefungspraktikum	P	7	8	120 h	45 h
2	Seminar zum Vertiefungspraktikum	S	2	2	30 h	45 h
	Summe		**9**	**8**	**150 h**	**90 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. W. Agar, Prof. Dr. D. Vogt, Dr. T. Seidensticker
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme und Vortrag im Praktikumsseminar, Ausarbeitung eines Berichtes, Bewertung des schriftlichen Berichtes, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In diesem Praktikum sollen die Studierenden die konkrete wissenschaftliche Arbeit an einem Lehrstuhl der Technischen Chemie durch praktische Mitarbeit kennen lernen, indem sie ein kleines Forschungsprojekt selbständig bearbeiten und anhand der Literatur bewerten.
Angestrebte	Verständnis und Bewertung aktueller Publikationen aus der

Lernergebnisse	technischen Chemie, Umsetzung moderner Konzepte in Versuchsaufbauten und Versuchspläne, kritische Auseinandersetzung mit gewonnenen Daten, Einordnung der gemachten Beobachtungen in den Kenntnisstand der technischen Chemie
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: • Nutzung von theoretischem Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen, • Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Untersuchungen, • logische Analyse grundlegender technisch-chemischer Phänomene, • angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten. Sozialkompetenzen: • Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien, • Teamfähigkeit, insbesondere auch in der Zusammenarbeit mit Chemieingenieuren, • Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte.
Inhalt	Eine in sich abgeschlossene Fragestellung aus einem aktuellen Forschungsgebiet soll bearbeitet werden, um sich mit allen damit verbundenen chemischen, apparativen, experimentellen und analytischen Aspekten der Forschung in der Technischen Chemie vertraut zu machen. Als Themengebiete kommen beispielsweise in Frage: • Lehrstuhl für Technische Chemie : Homogene Katalyse, Umsetzung nachwachsender oder natürlicher Rohstoffe, Tandem Reaktionen • Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik: Heterogene Katalyse, Reaktionstechnik
Medienformen	Berichte; Diskussionen
Literatur	zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Systembiologie**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Systembiologie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Praktikum Systembiologie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**9**	**10**	**150 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. P. Bastiaens
Dozent(in)	Prof. Dr. P. Bastiaens, Dr. L. Dehmelt, Dr. H. Grecco, Dr. A. Kinkhabwala, Dr. P. Verveer, Prof. Dr. F. Wehner, Dr. E. Zamir
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Systembiologie Vorlesung (WV) Bachelormodule Chemische Biologie zur Zellbiologie und zur Mathematik (M-M-1, M-M-2, M-BIO-2)
Studien-/Prüfungsleistun-gen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Verständnis und Handhabung systembiologischer Analysen in lebenden Zellen und Organismen
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlernen die Fähigkeit zur Analyse von aktuellen systembiologischen Fragestellungen. Insbesondere werden mikroskopische Messungen zur zellulären Aktivität verschiedener Proteine und deren Wechselwirkungen durchgeführt, quantitativ analysiert und dann im Rahmen einer mathematischen Modellierung bewertet.

Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: Umgang mit aktuellen Methoden der Molekularbiologie, der Zellbiologie, der Mikroskopie und Mikro-Spektroskopie, sowie der systembiologischen Analyse der Ergebnisse Sozialkompetenzen: Erarbeitung von Teamfähigkeit und Entwicklung einer gemeinsame Präsentation der erzielten Ergebnisse Fachübergreifendes Lernen: Entwicklung eines Verständnisses für systembiologische Prozesse auf der Basis von Molekularbiologie, Zellbiologie, Biochemie, Biophysik und Mathematik
Inhalt	Fortgeschrittene Mikro-Spektroskopie zur Analyse der molekularen Dynamik in Zellen, Analyse des Zytoskeletts bei der zellulären Morphogenese, Systemanalyse der Signaltransduktion in Tumorzellen, ultrastrukturelle Lokalisierung von Proteinaktivitäten, Quantifizierung von Transportprozessen über biologische Membranen, multidimensionale Datenanalyse, mathematische Modellierung von dynamischen Systemen
Medienformen	Praktikumsskript, Powerpoint-Präsentation
Literatur	ausgewiesene Fachliteratur (Primärliteratur)

Modulbezeichnung		**Wahlpflichtpraktikum** Fortgeschrittene Methoden der Protein-Modifikation und Strukturanalyse		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	Dauer 1 Semester	Studiensemester 1 und 2	Credits 9	Zuordnung Curriculum M. Sc. Chemische Biologie Fach: Rekombinante DNA u. Protein-Expression

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Praktikum Proteinexpression, -modifikation und -kristallisation	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Praktikum Proteinexpression	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		9	10	150 h	120 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Summerer
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Summerer, Prof. Dr. D. Rauh, Dr. Matthias Müller, Dr. Heinz Neumann
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Praktische Kenntnisse in der Mikrobiologie und Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarteilnahme, Benotung des Praktikums anhand der Versuchsprotokolle sowie einer benoteten mündlichen Abschlussprüfung. Die Gesamtnote setzt sich aus der Praktikumsnote und der Note der mündlichen Prüfung (1:1) zusammen. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Fortgeschrittene Kenntnisse zu der Proteinexpression, -modifikation und –kristallisation und sichere Anwendung dieser Kenntnisse

Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - über fortgeschrittene Kenntnisse in molekularbiologischen, biochemischen und strukturbiologischen Methoden für das Studium von Proteinen verfügen
	- diese Kenntnisse sicher auswählen, anwenden und in wissenschaftlicher Form schriftlich dokumentieren können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Erarbeitung von theoretischem Wissen sowie von Lösungsstrategien für fortgeschrittene praktische Problemstellungen - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen - Teamfähigkeit - Verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz, Umweltschutz, Gentechniksicherheit) Fachübergreifendes Lernen: - Bedeutung des Studiums von Proteinen für biochemische und biologische Fragestellungen sowie für die Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin
Inhalt	Teil 1: - Chemische Protein-Modifikation I: Expression mit erweitertem genetischen Code (Einbau unnatürlicher Aminosäuren durch Amber-Suppression). Klonierung von Gen-Fragmenten in Expressionvektoren durch PCR, Restriktionsverdau und Ligation. Transformation von *E. coli*, Proteinexpression und -reinigung, Analyse des modifizierten Proteins. Teil 2: - Chemische Protein-Modifikation II: Native Chemische Ligation. Expression und Reinigung eines Intein-Fusionskontruktes, Bildung des Proteinthioesters, Ligation mit Peptid, Analyse des modifizierten Proteins. Teil 3: - Kristallisation eines Proteins, Ansetzen der Kristallisationsversuche, Aufnahme und Auswertung der Röntgendiffraktionsdaten, Bestimmung und Interpretation der Kristallstruktur
Medienformen	Praktikums-Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien

Literatur	**Allgemein:** Molecular cloning: A laboratory manual. J. Sambrook, E. F. Fritsch, and T. Maniatis, ISBN 0879695765 **Versuch 1:** Chemoselective ligation and modification strategies for peptides and proteins. Hackenberger CP, Schwarzer D., *Angew Chem* **2008**;47(52):10030-74. **Versuch 2:** Adding new chemistries to the genetic code. Liu C. C and Schultz P. G., *Annu. Rev. Biochem*. **2010,** 79, 413-44. Expanding and reprogramming the genetic code of cells and animals. Chin, J. W., *Annu Rev. Biochem*. **2014**, 83, 379-408. **Versuch 3:** Crystallography Made Crystal Clear (Third Edition), Gale Rhodes ISBN: 978-0-12-587073-3 Biomolecular Crystallography, Bernhard Rupp ISBN: 9780815340812

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Environmental Microbiology**		
Kürzel		M-PR		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 und 2	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Practical course and Lectures in Environmental Microbiology	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar in Environmental Microbiology	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		9	10	150 h	120 h

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Spiteller
Dozent(in)	Dr. S. Kusari, Prof. Dr. M. Spiteller, Dr. S. Zühlke
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	B. Sc. Chemische Biologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Daily colloquium prior experiments, seminars on selected publications, and protocol to the experiments (report) at the end of the course Teilleistung A (Gewichtung 70%): Abschlussprotokoll zum Praktikum, Teilleistung B (Gewichtung 30%): Seminarvortrag
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen Arbeitsmethoden der Mikrobiologie beherrschen und in der Lage sind, einen wissenschaftlichen Artikel in einem Seminarvortrag vorzustellen.
Angestrebte Lernergebnisse	See below
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	• Exposure of the students to broad spectra of current environmental problems like antibiotic resistance in microorganisms and contamination of drinking water

	(portability). • The students will learn all the basic to advanced techniques, through a combination of especial lectures and hands-on practical courses, about environmental microbiology that will enable them to independently assess the problems of antibiotic resistance in natural resources (like soil, water, etc.) and evaluate the portability of water from any given source. • The course modules are being designed by considering the present internationally accepted indicator values. For example, one aspect adhered to in the course will be to test the portability of water by considering the accepted value (current acceptable concentration for coliforms in drinking water is 5.0%) officially represented as the Maximum Contaminant Level (MCL) by the USA-EPA (http://www.epa.gov) and WHO (http://www.who.int). This will enable the students to independently assess real samples in the future from any country, within the highest internationally accepted norms.
Inhalt	• General Introduction to Environmental Microbiology • Importance and impact of microorganisms to the environment • Useful and harmful microorganisms • Relationships between microorganisms and microbial ecology • Biodegradation and bioremediation and their practical implications • The principle of Infallibility • Antibiotics • Sensitivity and resistance of microorganisms • Impact and utilities of microbes to humans • Fermentation technology • Latest research news on Environmental Microbiology • Future of Environmental Microbiology
Medienformen	PowerPoint presentation, electronic script, 1 selected publication for each student for seminar (all students will get all other's publications for discussion), all students will get everyone's seminar including course lectures slides
Literatur	• Environmental Microbiology script, S. Kusari and S. Zühlke
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss vom 15.07.2015

Seminar zum Schwerpunkt

für Master-Studierende der

Chemischen Biologie

Modulbezeichnung	Seminar zum Schwerpunkt **Chemische Biologie**			
Kürzel	M-SE			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1	**Credits** 6	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Chemische Biologie – Teilleistung Vortrag	S	3	4	60 h	120 h
2	Chemische Biologie – Teilleistung Klausur	S	3			
	Summe		**6**	**4**	**60 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Waldmann
Dozent(in)	Hochschullehrer der Chemischen Biologie (für das jeweilige Semester siehe Aushang des Lehrbereichs Chemische Biologie)
Sprache	Deutsch und/oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Biochemie und Bioorganischer Chemie sowie Zellbiologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: 1. Seminarvortrag zu einem gegebenen Thema und Diskussionsleistung in der Besprechung der Vorträge. 2. Schriftliche Abschlussprüfung. Die Modulnote setzt sich aus der Note des Vortrags (Gewichtung 50 %) und der Note der Klausur (50 %) zusammen.
Studienziele	Grundlegende und fortgeschrittene Kenntnisse der Chemischen Biologie
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - mit den grundlegenden Modellen der Chemischen Biologie vertraut sein - die Erstellung von Hypothesen und Konzeption der

	experimentellen Überprüfung im Gebiet des Fachs Chemische Biologie in den Grundlagen beherrschen - die Analyse von Fallstudien zu aktuellen Themen der Chemischen Biologie beherrschen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Selbständige Erarbeitung einer aktuellen Arbeit aus dem Bereich der Chemischen Biologie - Verstehen und kritische Auseinandersetzung mit aktueller Literatur zum Thema, sowohl mit texten aus der Primär- als auch aus der Sekundärliteratur - Präsentation einer Arbeit in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit Darstellung der Kernfragen, der experimentellen Herangehensweise, der Ergebnisse sowie einer kritischen Diskussion und Einordnung in den Zusammenhang. Fachübergreifendes Lernen: - Präsentationstechnik: Freieer Vortrag mit PowerPoint-Unterstützung sowie anschließender Diskussion
Inhalt	Aktuelle Themen aus dem Gebiet der Chemischen Biologie, z. B. der Chemischen Genetik, der Epigenetik, der Target-Identifikation oder der chemischen und biochemischen Modulation von Enzymaktivitäten
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend), Originalpublikationen, Buch
Literatur	H. Waldmann, P. Janning: Chemical Biology – Learning Through Case Studies, Wiley-VCH, 2009.

Modulbezeichnung		Seminar zum Schwerpunkt **Medizinische Chemie – Grundlagen und Strategien der Wirkstoff-Forschung**		
Kürzel		M-SE		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im SS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1-4	**Credits** 6	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-Studium
1	Medizinische Chemie – Grundlagen und Strategien der Wirkstoff-Forschung – Teilleistung Vortrag	S	3,6	4	60 h	120 h
2	Medizinische Chemie – Grundlagen und Strategien der Wirkstoff-Forschung – Teilleistung Klausur	S	2,4			
	Summe		**6**	**4**	**60 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Rauh
Dozent(in)	Prof. Dr. Susanne Brakmann, Prof. Dr. Daniel Rauh
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	B. Sc. in Chemischer Biologie oder gleichwertiger Abschluss
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Biochemie, Zellbiologie, Bioorganischen Chemie sowie Medizinische Chemie I und II
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsleistungen: 1. Seminarvortrag anhand von individuell erarbeiteten Publikationen zu einem vorgegebenen Thema und anschließende Diskussion. 2. Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Die Modulnote setzt sich aus der Note des Vortrags (Gewichtung 60 %) und der Note der Klausur (Gewichtung 40 %) zusammen. Anwesenheitspflicht: Für dieses Seminar besteht aus den folgenden Gründen Anwesenheitspflicht: 1. Jede(r) Studierende hält einen Vortrag mit anschließender Diskussion; diese Einheit wird benotet. Da

	die Themen direkt aufeinander aufbauen, führen Fehlzeiten unmittelbar zu Kenntnisdefiziten. Kernaussagen der Vorträge sowie der Diskussion sind unmittelbar relevant für die schriftliche Prüfung. 2. Ein Lernziel des Seminars besteht im Halten von Vorträgen vor Publikum. Wenn die Größe des Publikums nicht konstant und schlecht kalkulierbar ist, sind die Rahmenbedingungen nicht für alle Studierenden gleich. Maximal tolerierbare Fehlzeiten: 1-2 Arbeitstage, ausschließlich mit Attest. Die fehlenden Kenntnisse müssen in Eigenarbeit nachgeholt werden.
Studienziele	Grundlegende Kenntnisse der Strategien der modernen Wirkstoff-Forschung und –Entwicklung wie z. B. der Synthese und Codierung von Wirkstoffbibliotheken, der Assayentwicklung, der nanoskaligen Detektion molekularer Interaktionen, Einzelmolekül-Techniken, DNA- und RNA-Technologien sowie Protein-Technologien.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - mit aktuellen Ansätzen zur Identifizierung neuer Wirkstoffe und Wirkprinzipien sowie von Methoden zu deren Entwicklung bzw. Umsetzung vertraut sein - aktuelle Techniken zur individualisierbaren Diagnostik und Analytik kennen - geeignete Ansätze zu Wirkstoff-Design, -Identifizierung und -Entwicklung problemorientiert auswählen können
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	<u>Methodenkompetenzen</u>: - Selbständige Erarbeitung einer aktuellen Arbeit aus dem Bereich der Wirkstoff-Forschung - Verstehen der aktuellen Literatur und kritische Auseinandersetzung mit einem ausgewählten Text, auch anhand von Sekundärliteratur - Präsentation einer Arbeit in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit Darstellung der Kernfragen, des experimentellen Ansatzes, der Ergebnisse, kritischer Diskussion und Einordnung im Zusammenhang mit anderen Arbeiten <u>Fachübergreifendes Lernen</u>: - Präsentationstechnik: Freier Vortrag mit PowerPoint-Präsentation sowie anschließende Diskussion
Inhalt	Aktuelle Themen aus dem Gebiet der Wirkstoff-Forschung, Medizinischen Chemie, translationalen Chemischen Biologie und Medizin sowie Biotechnologie
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Handzettel
Literatur	Aktuelle wissenschaftliche Literatur aus dem Gebiet der Wirkstoff-Forschung, Chemischen Biologie, Medizin und Biotechnologie

Forschungspraktika

Modulbezeichnung	Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Anorganische Chemie**			
Kürzel	M-VMT			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie	S	3	2	30h	60 h
		Summe	**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. K. Jurkschat
Dozenten	Prof. Dr, K. Jurkschat, Prof. Dr. C. Strohmann
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: Das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen, die für Studierende der Chemie zum Studienschwerpunkt gehören müssen. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsvortrag im Seminar und schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls, das in einer Arbeitsgruppe der Anorganischen Chemie durchgeführt wird, sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie beherrschen und ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen präsentieren können.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu kennen, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich der Struktur und den Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Seminarvortrags zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. *)Dieses Lernergebnis hängt vom gewähltem AC-Arbeitskreis ab.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit

	- verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) - Fachübergreifendes Lernen: - Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppen. Die Forschungsthemen können u. a. aus folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - „Computational Chemistry“ Verwendete analytische Methoden (Auswahl): - Massenspektrometrie - Infrarotspektroskopie - UV/VIS-Spektroskopie - Elementaranalyse - Schmelzpunktbestimmung - Drehwertbestimmung - Brechungsindex - NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) - Einkristallröntgenstrukturanalyse - Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Beteiligung an Diskussionen von wissenschaftlichen Problemen aus den Arbeitskreisen, Diskussion der eigenen Vorgehensweise und Resultate vor der Arbeitsgruppe.
Medienformen	Seminare: PowerPoint-Präsentation, Onlinebereitstellung der Vorträge, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Organische Chemie**		
Kürzel		M-VMT		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum Organische Chemie	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum Organische Chemie	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. N. Krause, Prof. Dr. R. Weberskirch, wiss. Mitarbeiter
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: Das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen, die für Studierende der Chemie zum Studienschwerpunkt gehören müssen. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Dieses Modul wird in den Arbeitsgruppen im Lehrbereich

	Organische Chemie durchgeführt. Die Studierenden sollen erlernen, ein kleines anspruchsvolleres Forschungsprojekt selbstständig zu bearbeiten und durchzuführen und die erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur zu bewerten. Das Thema soll im Fach der Master-Arbeit angesiedelt sein.
Angestrebte Lernergebnisse	Weitere Vertiefung der bereits erlernten organisch-präparativen Arbeitstechniken und Synthesemethoden; Anwendung der in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnisse; Selbstständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten; Vertiefung bereits erlernter spektroskopischer Charakterisierungsmethoden; Erweiterung der Kenntnisse über die für die Laborpraxis relevanten Vorschriften der Gefahrstoffverordnung; Bewertung und kritische Diskussion der erhaltenen Ergebnisse; Kritische Einordnung der Ergebnisse in den Kenntnisstand der organischen Chemie; Schriftliche und mündliche wissenschaftliche Präsentation der eigenen Forschungsarbeiten, die den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entsprechen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten - logische Analyse grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene - Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Apparaturen Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der jeweiligen Arbeitsgruppe.
Medienformen	Powerpoint-Präsentation
Literatur	zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Physikalische Chemie**		
Kürzel		M-VMT		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. H. Rehage, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, PD Dr. G. Neue
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: Das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowiedie vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen, die für Studierende der Chemie zum Studienschwerpunkt gehören müssen. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Teilnahme am Seminar, ausführliches Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

Studienziele	In diesem Modul, das in einer Arbeitsgruppe des Lehrbereichs Physikalische Chemie stattfindet, sollen die Studierenden erlernen, ein kleines Forschungsprojekt selbstständig zu bearbeiten und anhand der Literatur zu bewerten. Das Thema soll im Fach der Master-Arbeit angesiedelt sein.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sollen modernste physikalisch-chemische Arbeitsmethoden kennenlernen. In Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen sollen sie nachweisen, dass sie fortgeschrittene Arbeitsmethoden für die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten in den Grundzügen beherrschen. Die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sollen in einem ausführlichen Versuchsprotokoll ausgearbeitet werden, das formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügt.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischen Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen - angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten - logische Analyse grundlegender physikalisch-chemischer Phänomene - Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Apparaturen Sozialkompetenzen: - Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien - Teamfähigkeit - Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte
Inhalt	Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der jeweiligen Arbeitsgruppe.
Medienformen	
Literatur	zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung	Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt **Technische Chemie**			
Kürzel	M-VMT			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus Laborarbeit nach Absprache jederzeit	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum	P	7	10	150 h	90 h
2	Seminar	S	3	2	30 h	30 h
	Summe		**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. Vogt, Prof. Dr. D. Agar und Mitarbeiter
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt ist das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) und die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika sowie an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen im Studienschwerpunkt. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme am Seminar des betreffenden Lehrstuhls, Ausarbeitung eines Berichtes, Bewertung des schriftlichen Berichtes, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	In diesem Forschungspraktikum sollen die Studierenden, die den Schwerpunkt Technische Chemie gewählt haben, durch Bearbeitung eines angemessenen kleinen Forschungsprojektes die experimentellen Voraussetzungen für die erfolgrei-

	che Durchführung der Master-Thesis erwerben.
Angestrebte Lernergebnisse	Nach Abschluss des Forschungspraktikums sollen die Studierenden in der Lage sein: • die theoretischen und experimentellen Voraussetzungen für eine Masterarbeit in der Technischen Chemie zu erfüllen, • die Planung und Durchführung einer weitgehend selbständigen Forschungsarbeit zu beherrschen, • die Ergebnisse in einem Bericht so darzustellen, dass dieser den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügt.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: • Nutzung von theoretischen Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen, • Umsetzung von Problemstellungen in experimentelle Untersuchungen, • logische Analyse grundlegender technisch-chemischer Phänomene, • angemessene schriftliche Präsentation von Lösungskonzepten und Versuchsdaten. Sozialkompetenzen: • Diskussionsbereitschaft bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien, • Teamfähigkeit, insbesondere auch in der Zusammenarbeit mit Chemieingenieuren, • Kompetente Vermittlung eigener Lösungskonzepte.
Inhalt	Grundlegende experimentelle Techniken, einschließlich chemischer, apparativer und analytischer Aspekte sowie Versuchs-Planung und Auswertung, die im Rahmen der Durchführung der Master-Thesis erforderlich sein werden, sollen eingeübt werden. Dabei ist die Verknüpfung mit den betreffenden theoretischen Grundlagen von entscheidender Bedeutung. Als Themengebiete kommen beispielsweise in Frage: • Lehrstuhl für Technische Chemie : Homogene Katalyse, Umsetzung nachwachsender oder natürlicher Rohstoffe, Tandem-Reaktionen, • Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik : Heterogene Katalyse, Reaktionstechnik
Medienformen	Berichte; Diskussionen
Literatur	Zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Analytische Chemie**		
Kürzel		M-VMT		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus jährlich im WS	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke / Prof. Dr. Michael Spiteller
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: Das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen, die für Studierende der Chemie zum Studienschwerpunkt gehören müssen. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	Teilnahme „Analytische Chemie – Wasser und Boden I“ oder „Einführung in die Massenspektrometrie“
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarteilnahme, Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Studienziele	Mit den gängigen Methoden der Analytischen Chemie werden kleine Forschungsprojekte oder Forschungsteilprojekte selbständig bearbeitet. Moderne Probenvorbereitung und

	Trennmethoden werden angewandt und die Funktionsweise der analytischen Geräte erlernt. Das Thema sollte im Fach der Masterarbeit angesiedelt sein.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - die grundlegenden analytischen Trennmethoden und Probenvorbereitungen einzusetzen - die zur Verfügung stehenden Geräte (insbesondere Massenspektrometer) zu bedienen und die erhaltenen Daten auszuwerten. - In der Darstellung der Experimente, der Ergebnisse und der Diskussion die grundlegenden Anforderungen an wissenschaftliche Publikationen zu erfüllen
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen - Angemessene schriftliche und mündliche Präsentation von Lösungskonzepten, Versuchsdaten, experimentellen Herangehensweisen und wissenschaftlicher Diskussion der erzielten Ergebnisse Sozialkompetenz: - Kommunikationsfähigkeit/Moderationskompetenz Fachkompetenz: - Fachspezifische theoretische Kenntnisse zur Analytik von Umweltschadstoffen und Naturstoffen
Inhalt	Das Thema orientiert sich an aktuellen Themen aus der Arbeitsgruppe.
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Tafelbilder, weitere Arbeitsmaterialien, Auswertungen an Computerarbeitsplätzen
Literatur	Orientiert sich an das jeweilige Thema und wird individuell herausgegeben.

Modulbezeichnung	Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit **Chemische Biologie**			
Kürzel	M-VMT			
Modulniveau	Fortgeschrittenenveranstaltung			
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	S	3	2	30 h	60 h
		Summe	**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Master-Arbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie
Dozenten	
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit ist das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen. Zusätzlich muss an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsvortrag im Hauptseminar und schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie beherrschen und ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemischen Biologie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung

	und eines Vortrags angemessen präsentieren können.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der Chemischen Biologie zu kennen, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten.*) - chemische Synthesen und biologische Experimente unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich der Struktur und den Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Seminarvortrags zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. *)Dieses Lernergebnis hängt vom gewähltem AC-Arbeitskreis ab.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen:

	- Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemischen Biologie mit z. B. mikrostrukturtechnischem, biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt.
Medienformen	Seminare: PowerPoint-Präsentation, Onlinebereitstellung der Vorträge, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit **Zellbiologie**		
Kürzel		M-VMT		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	S	3	2	30 h	60 h
		Summe	**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Master-Arbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie
Dozenten	Prof. Dr. P. Bastiaens, Dr. L. Dehmelt, Dr. A. Koseska, Dr. M. Schmick, Prof. Dr. F. Wehner, Dr. E. Zamir
Sprache	Deutsch / Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung am Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit ist das Vorliegen des Sachkunde-nachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen. Zusätzlich muss noch an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsvortrag im Mitarbeiterseminar oder schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie beherrschen und ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemischen Biologie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung

	und eines Vortrags angemessen präsentieren können.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der molekularen Zellbiologie zu kennen, nach den biologischen und chemischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen. - Experimentelle Strategien zu planen, alternative Strategien vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - biologische und biochemische Experimente unter Berücksichtigung von Umwelt-, Gentechnik- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen und Auswertungen bezüglich der Dynamik, Lokalisierung und den Eigenschaften von Molekülen und molekularen Reaktionen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können, oder - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Seminarvortrags zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. *)Dieses Lernergebnis hängt vom gewähltem Arbeitskreis ab.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz-, Gentechnik- und

	Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen: - Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	Durchführung experimenteller und/oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der molekularen Zellbiologie mit Schwerpunkt der zellbiologischen, systembiologischen, molekularbiologischen, biochemischen, biophysikalischen, mikrostrukturtechnischen und bioinformatischen Forschung.
Medienformen	Seminare: PowerPoint-Präsentation, Onlinebereitstellung der Vorträge, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit **Wirkstoffsynthese, Medizinische Chemie und Strukturbiologie**		
Kürzel		M-VMT		
Modulniveau		Fortgeschrittenenveranstaltung		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar zum Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit	S	3	2	30 h	60 h
	Summe		**10**	**12**	**180 h**	**120 h**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Master-Arbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie
Dozenten	Prof. Dr. Rauh, Prof. Dr. S. Brakmann, Dr. D. Schade, Dr. O. Koch, Dr. A. Brunschweiger
Sprache	Deutsch oder Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung am Forschungspraktikum im Fach der Masterarbeit ist das Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). sowie die vorherige erfolgreiche Teilnahme an 4 Wahlpflichtpraktika und an mindestens 2 Wahlpflichtvorlesungen. Zusätzlich muss noch an den Abschlussprüfungen von mindestens 4 weiteren Wahlpflichtvorlesungen teilgenommen worden sein.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsvortrag im Hauptseminar und schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Studienziele	Nach Abschluss dieses Moduls, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die speziellen

	Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie beherrschen und ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemischen Biologie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen präsentieren können.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - die modernen Arbeitstechniken der Wirkstoffforschung und Medizinischen Chemie zu kennen, nach den synthetischen und strukturbiologischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - die Möglichkeiten der modernen computergestützten Literaturrecherche zu kennen und umzusetzen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen und biologische Experimente unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Darstellung und Aufreinigung rekombinanter Proteine. - Kristallisation und Strukturbestimmung von Proteinen und Protein-Ligand Komplexen. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode erläutern zu können, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich der Struktur und der Eigenschaften von Molekülen und Proteinen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen und in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einordnen zu können. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Seminarvortrags zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen. - Präsentation von Ergebnissen unter Zuhilfenahme moderner computergestützter Präsentationstechniken. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit

	- verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen: - Einblicke in die Organisation eines Forschungslabors
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Medizinischen Chemie und Wirkstoffforschung mit z.B. biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt.
Medienformen	Seminare: PowerPoint-Präsentation, Onlinebereitstellung der Vorträge, Tafelbilder, Folien, Handouts zu den Vorträgen.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

Masterarbeit

Modulbezeichnung		**Masterarbeit und Kolloquium (M.Sc. Chemie)**		
Kürzel				
Modulniveau				
Turnus	**Dauer** 6 Monate reguläre Bearbeitungs-zeit der Master-Arbeit	**Studiensemester** 4	**Credits** 30	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**CP**
1	Masterarbeit	25
2	Disputation	5
	Summe	**30**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Master-Arbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie.
Dozent(in)	
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Masterprüfung (§ 8 PO) der - erfolgreiche Erwerb von 70 Leistungspunkten, von denen mind. 27 auf den Schwerpunkt entfallen müssen, - der erfolgreiche Abschluss aller Studienmodule, die Praktika beinhalten, - Die Anmeldung zur Teilnahme an der Prüfung/Erbringung der Prüfungsleistung für alle Studienmodule, die nach Studienplan im dritten Fachsemester abgeschlossen werden.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Abschlussarbeit (in der Regel max. 60 DIN-A4-Seiten); fakultätsöffentlichen Disputation mit Vortrag und Diskussion, , Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.
Studienziele	**1)** Der Kandidat/die Kandidatin soll zeigen, dass er/sie in der Lage ist, eine im Umfang angemessene experimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der Chemie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren und auf der Grundlage bekannter

	Verfahren unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig zu bearbeiten und sachgerecht schriftlich darzustellen. **2)** Der Kandidat/die Kandidatin soll zeigen, dass er/sie in der Lage ist, ein selbst durchgeführtes Projekt im Zusammenhang darzustellen, die von ihr/ihm gewählte Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - Literatur zu einem gestellten Thema vollständig zu recherchieren und zu gliedern. - eine wissenschaftliche Arbeit zu einer gestellten Aufgabe selbstständig zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln durchzuführen.*) - das aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallende 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. *)entfällt bei rein theoretischen Arbeiten
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen - Nutzung von Präsentationsformen zur anschaulichen Darstellung von Resultaten in Form eines Vortrags. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen: - Verwendung von Wissen und Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Nachbardisziplinen (Mathematik, Physik)

	- Mitwirkung bei der Organisation eines Forschungslabors (Bestellung von Chemikalien, Auftragserteilung zum Bau von Apparaturen, Reparaturaufträge, Abfallentsorgung) Die Betreuung schließt neben der fachlichen Aus- und Weiterbildung auch die Vermittlung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis ein.
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemie mit z. B. anorganischem, organischem, physikochemischen, analytisch chemischem Schwerpunkt.
Literatur	Aktuelle Arbeiten aus den o. g. Bereichen.

Modulbezeichnung		**Masterarbeit und Kolloquium (M.Sc. Chemische Biologie)**		
Kürzel				
Modulniveau				
Turnus	**Dauer** 6 Monate reguläre Bearbeitungs-zeit der Master-Arbeit	**Studiensemester** 4	**Credits** 30	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

Lf.Nr.	**Lehrveranstaltung**	**CP**
1	Masterarbeit	25
2	Disputation	5
	Summe	**30**

Modulverantwortliche(r)	Betreuer/in der Masterarbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie
Dozent(in)	
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit ist neben dem Vorliegen der Zulassung zur Masterprüfung (§ 8 PO) der - erfolgreiche Erwerb von 74 Leistungspunkten, - der erfolgreiche Abschluss aller Studienmodule, die Praktika beinhalten, - Die Anmeldung zur Teilnahme an der Prüfung/Erbringung der Prüfungsleistung für alle Studienmodule, die nach Studienplan im dritten Fachsemester abgeschlossen werden.
Empfohlene Voraussetzungen	
Studien-/Prüfungsleistungen	Abschlussarbeit (in der Regel max. 60 DIN-A4-Seiten); fakultätsöffentliche Disputation mit Vortrag und Diskussion, Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.
Studienziele	**1)** Der Kandidat/die Kandidatin soll zeigen, dass er/sie in der Lage ist, eine im Umfang angemessene experimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der Chemischen Biologie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren und auf der Grundlage bekannter Verfahren unter

	wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig zu bearbeiten und sachgerecht schriftlich darzustellen. **2)** Der Kandidat/die Kandidatin soll zeigen, dass er/sie in der Lage ist, ein selbst durchgeführtes Projekt im Zusammenhang darzustellen, die von ihr/ihm gewählte Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der /die Studierende in der Lage sein: - Literatur zu einem gestellten Thema vollständig zu recherchieren und zu gliedern. - eine wissenschaftliche Arbeit zu einer gestellten Aufgabe selbstständig zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln durchzuführen.*) - das aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallende 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 Chemischen Biologie 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. *)entfällt bei rein theoretischen Arbeiten
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Methodenkompetenzen: - Nutzung von theoretischem Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung praktischer Problemstellungen - Nutzung von modernen Präsentationsformen zur anschaulichen Darstellung von Resultaten in Form eines Vortrags. - Projekt- und Zeitmanagement Sozialkompetenzen: - Teamfähigkeit - verantwortungsbewusstes Handeln unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung) Fachübergreifendes Lernen:

	- Verwendung von Wissen und Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Nachbardisziplinen (Mathematik, Physik) - Mitwirkung bei der Organisation eines Forschungslabors (Bestellung von Chemikalien, Auftragserteilung zum Bau von Apparaturen, Reparaturaufträge, Abfallentsorgung) Die Betreuung schließt neben der fachlichen Aus- und Weiterbildung auch die Vermittlung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis ein.
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemischen Biologie mit z. B. mikrostrukturtechnischem, biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt.
Literatur	Aktuelle Arbeiten aus den o. g. Bereichen.