Modulhandbuch

zu den

Masterstudiengängen

Chemie

Chemische Biologie

Chemistry

Chemical Biology

Hinweise:

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

Module, die bereits in einem Bachelor-Studiengang an der TU Dortmund bestanden wurden, können nicht erneut gewählt werden.

* Die so gekennzeichneten Veranstaltungen finden ausschließlich auf Deutsch statt.

Modulübersicht

	Modul	Seite
MWV	Wahlpflichtvorlesungen der Anorganischen Chemie	3
	Wahlpflichtvorlesungen der Organischen Chemie	24
	Wahlpflichtvorlesungen der Physikalischen Chemie	45
	Wahlpflichtvorlesungen der Technischen Chemie	59
	Wahlpflichtvorlesungen der Medizinischen Chemie	80
	Wahlpflichtvorlesungen der Molekularen Zellbiologie	90
	Wahlpflichtvorlesungen der Chemischen Biologie	96
	Sonstige Wahlpflichtvorlesungen	107
MPR	Wahlpflichtpraktika	127
MSE	Seminare zum Schwerpunkt	181
MVMT	Forschungspraktika	185
	Masterarbeit	206

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Metallorganische Chemie und Reaktionsmechanismen**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B.Sc.: 5 oder 6 M.Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie, M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozent(in)	Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch
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.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Reaktionsmechanismen von übergangsmetallorganischen Verbindungen sowie über deren Anwendung in stöchiometrischen und homogenkatalytischen Syntheseplanungen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende vermittelte Prinzipien zu elektronischen und sterischen Eigenschaften wichtiger Ligandenklassen,

	wichtiger Reaktionsmechanismen koordinierter Liganden sowie zu bedeutenden metallvermittelten Reaktionsmechanismen zu erläutern. - stöchiometrische metallorganische Reaktionen und homogenkatalytische Reaktionszyklen unter Beachtung kinetischer und thermodynamischer Aspekte zu analysieren, vorherzusagen und zur eigenen Syntheseplanung zu nutzen. - Synthesen metallorganischer und organischer Produkte mit Hilfe von Übergangsmetallkomplexen als stöchiometrische Reagenzien oder als homogene Katalysatoren, bei gezielter sterischer und elektronischer Kontrolle durch angemessene Auswahl der eingesetzten Liganden und Metallzentren, zu planen. - kinetischen und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen zu analysieren und für erfolgreiche Prozessführungen z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie anzuwenden.
Inhalt	1. Wiederholung wichtiger Aspekte der Koordinationschemie 2. Bindungsmodi und -stärken sowie Reaktionen wichtiger dativer und kovalenter Liganden (CO, Phosphane, H_2, sigma-Komplexe, Hydride, Alkyle, pi-Liganden, Carbene) 3. Reaktionsmechanismen: Kinetik und Thermodynamik von Substitutionsreaktionen, oxidativer Addition/reduktive Eliminierung, alpha-/beta-/gamma-Eliminierungen, migratorischer Insertion, sigma-Bindungsmetathese, nukleophiler und elektrophiler Addition/Abstraktion an Liganden 4. Grundlagen der metallorganischen Katalyse: Energetik, Kinetik, Reaktionsprofile, Übergangszustände, Resting States, Selektivitäten, Curtin-Hammett-Prinzip 5. Beispielhafte Anwendungen: H_2-/C-H-Aktivierung, Olefinpolymerisation, Hydrofunktionalisierungen z. B. Hydroformylierung, 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 **Molecular Photophysics and Photochemistry**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B.Sc.: 5 oder 6 M.Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Molecular Photophysics and Photochemistry	V	3	2	30	60
2	Übung zu Molecular Photophysics and Photochemistry	Ü	1	1	15	15
		Summe	**4**	**3**	**45**	**75**

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Andreas Steffen
Dozent(in)	Prof. Dr. Andreas Steffen und Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch, 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.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Wechselwirkung von Licht und Materie sowie deren Anwendung im Design molekularer Emitter für OLEDs, für Imaging und dem Bereich photochemischer Reaktionen basierend auf Energie- oder Elektronentransfer. Nach Abschluss des Moduls können sie ihr Wissen zur Erarbeitung neuer Ideen in dem Bereich anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können die Studierenden

	- Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände, grundlegende Device-Prozesse, photophysikalische Prozesse in Molekülen, Energie- und Elektronentransfers sowie grundlegende spektroskopische Methoden erklären, analysieren und zum Emitterdesign bzw. zur photochemischen Syntheseplanung nutzen. - angeregten Zustände von organischen und metallorganischen Verbindungen analysieren und für die gezielte Modifikation von Lumineszenzeigenschaften verwenden. - geeignete Emitterkandidaten für technische Anwendungen auswählen. - Syntheseplanung organischer Produkte mit Hilfe von Elektronen- oder Energietransferreaktionen, primär initiiert von Übergangsmetallkomplexen, erfolgreich durchführen. - kinetische und thermodynamischen Aspekte der anvisierten Transformationen analysieren und erfolgreich für die Prozessführung z.B. in der Grundlagenforschung sowie der industriellen (technischen) Chemie einsetzen.
Inhalt	1. Wiederholung wichtiger Aspekte der physikalischen Chemie und Spektroskopie 2. Natur und Eigenschaften elektronisch angeregter Zustände 3. Natur des Lichts 4. Potentialflächen 5. Lichtabsorption, Lambert-Beer-Gesetz, Auswahlregeln 6. Franck-Condon-Prinzip 7. Intersystem-Crossing, Spin-Bahn-Kopplung (El-Sayed) 8. Fluoreszenz, Phosphoreszenz, TADF, zirkular polarisierte Lumineszenz 9. Strahlungslose Desaktivierung, Energielücken-Gesetz 10. Energietransfer, Elektronentransfer, Marcus-Hush-Theorie, konische Durchschneidungen, Photoredox-Prozesse 11. Aufbau und Funktionsweise von LEDs und Solarzellen 12. Exzitonen, Plasmonenresonanz 13. Triplett-Triplett-Annihilierung, Singlet-Fission 14. Photokatalyse 15. photodynamische Therapie
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentation
Literatur	- N.J. Turro, V. Ramamurthy, J.C. Scaiano, “Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules”, University Science Books, U.S., 2010 (ISBN: 978-1891389252) – oder gleichwertige Ausgaben.

	- J.-P. Launay, M. Verdaguer, “Electrons in Molecules: From Basic Principles to Molecular Electronics”, Oxford University Press, 2014 (ISBN: 978-0199297788) - J.R. Lakowicz, “Principles of fluorescence spectroscopy”, Springer, 5. Auflage, 2010 (ISBN: 978-0387312781) - P.W. Atkins, “Physikalische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 5. Auflage, 2013 (ISBN: 978-3-527-33247-2) – oder gleichwertige Ausgaben. - Ausgewählte aktuelle Literatur (Bekanntgabe während der Vorlesung)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Nichtmetallchemie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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	Teilleistung 1 (Prüfung): Klausur oder mündliche Prüfung (50% der Gesamtmodulnote), Teilleistung 2 (Vortrag): benoteter Vortrag (50% der Gesamtmodulnote), Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen moderne Aspekte der Nichtmetallchemie unter Hinzuziehung aktueller Forschungsergebnisse. Nach Abschluss des Modules können sie verstehen elementübergreifende Prinzipien der Nichtmetallchemie, verstehen und auf die Lösung von für sie neue Aufgabenstellungen aus der Chemie der Nichtmetalle übertragen.

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

	3. Spezielle Arbeitstechniken im Bereich der Nichtmetallchemie (u. a. Matrixisolationstechnik) 4. Besprechung der Chemie ausgewählter Elemente und deren Verbindungen aus dem Bereich der Nichtmetalle. 5. Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Nichtmetallchemie (u.a. Hypervalenz, Ozonproblematik, Sauerstoff und Stickstoff in Organismen und Pflanzen, toxische Phosphor-Verbindungen) **Übung** Vorträge der Studierenden zu Themengebieten aus der Vorlesung.
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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Wissen über moderne Aspekte der Siliciumchemie einschließlich aktueller Forschungsergebnisse und verstehen elementübergreifende Prinzipien. Nach Abschluss des Moduls können Sie ihr Wissen zur Erarbeitung neuer Ideen in Bereich der Siliciumchemie anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende Entwicklungen („Meilensteine“) auf dem Gebiet der Siliciumchemie in den Kontext der Chemiegeschichte einzuordnen und neuerliche

	Entwicklungen auf diesem Gebiet unter Zuhilfenahme dieses Hintergrundwissens bezüglich ihrer Quantität und Wichtigkeit differenziert zu würdigen. - Vorkommen, Gewinnung und Anwendung von Silicium und dessen Verbindungen zu erläutern, - Modellvorstellungen und grundlegenden Konzepte (Bindungskonzepte, Reaktionsmechanismen) der Siliciumchemie zu erklären, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. - 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. - speziellen Arbeitstechniken zur Synthese von Siliciumverbindungen zu beschreiben und eine entsprechende Arbeitstechnik gemäß der Stoffeigenschaften für die Darstellung einer Verbindung vorzuschlagen und zu begründen. - analytische Methoden für die Untersuchung von Siliciumverbindungen zu erläutern, 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. - im Modul erworbenes Wissen zur Erarbeitung von Lösungsstrategien für die Bearbeitung von neuen Problemstellungen zu nutzen. - eine Literaturrecherche des aktuellen Forschungsstandes selbstständig durchzuführen.
Inhalt	**Vorlesung** 1. Synthese von Siliciumverbindungen 2. Konzepte zur Beschreibung und Analyse siliciumspezifischer Effekte - α und β-Effekt, - Hybridisierungsdeffekt - Bindungspolarität 3. Reaktionsmechanismen von Reaktionen am Siliciumzentrum 4. Hohe und niedrige Koordinationszahlen am Siliciumzentrum - Hypervalenz - Mehrfachbindungen 5. Besprechung ausgewählter Thematiken aus der Siliciumchemie - Silylene - Silene - Silanole - Silicone - Silylanionen und 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		**Konzepte der Anorganischen Chemie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. C. Strohmann
Dozent	Hochschullehrende der Anorganischen Chemie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Anorganischen Chemie.)
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Anorganischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse über die allgemeinen Prinzipien der Chemie auf Grundlage der Elemente der Haupt- und Nebengruppen und ausgesuchter Verbindungen sowie grundlegendes Verständnis von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - Definitionen von chemischen Grundbegriffen sicher wiederzugeben und kontextgerecht anzuwenden.

	- Modellvorstellungen und Bindungskonzepte der Haupt- und Nebengruppenchemie zu erklären, gegeneinander abzuwägen und zu reflektieren. - strukturelle Eigenschaften von Haupt- und Nebengruppenverbindungen aufgrund der Kenntnis von periodischen Eigenschaften und Modellvorstellungen zu erläutern und Vorhersagen für neue Verbindungen auf Grundlage dieses Wissens zu tätigen. - grundlegende Konzepte der metallorganischen Haupt- und Nebengruppenchemie bezüglich der Bindungs- und Synthesekonzepte zu beschreiben und anhand ausgewählter Verbindungen dieser Substanzklasse erläutern zu können. - vermittelten Konzepte und Modellvorstellungen der Chemie unter Zuhilfenahme von Erkenntnissen aus den physikalischen und mathematischen Fachdisziplinen zur Lösung von Fragestellungen aus dem Bereich der Anorganischen Chemie zu nutzen.
Inhalt	1. Allgemeines - Atombau - periodische Eigenschaften - Chemische Bindung 2. Hauptgruppenchemie - VB- und MO-Modell - Elektronegativität - VSEPR-Modell - Hypervalenz - Cluster - Oxidationszahlen 3. Koordinationschemie - Struktur von Koordinationsverbindungen - Koordinationszahl - Kristall- und Ligandenfeld- Theorie - MO-Theorie von Komplexverbindungen - HSAB-Konzept - Donor- und Akzeptorliganden 4. Metallorganische Chemie - Hauptgruppen-organische Verbindungen - Metallcarbonyle - Organometall-Komplexe - Isolobal-Konzept - Katalyse 5. Festkörperchemie - Metalle - Halbleiter - Ionenkristalle - Zintl-Klemm-Konzept

Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentationen.
Literatur	**N. C. Norman**: *Periodizität: Eigenschaften der Hauptgruppenelemente (Periodicity and the p-block elements),* Weinheim VCH 1996, 93 Seiten (Basistexte Chemie). **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. **A. F. Holleman, N. Wiberg**: *Lehrbuch der Anorganischen Chemie,* W. de Gruyter, 102. Aufl. 2007. **U. Müller, C. E. Mortimer**: *Chemie: Das Basiswissen der Chemie*, Thieme Verlag, 10. Aufl. 2010, 779 Seiten. **R. Faust, P. W. Atkins, L. Jones**: *Chemie - einfach alles*, Wiley-VCH, 2. Aufl. 2006, 1107 Seiten. **H. R. Christen, G. Meyer**: *Grundlagen der Anorganischen und Allgemeinen Chemie*, Salle + Sauerländer 1997. **E. Riedel, C. Janiak**: *Anorganische Chemie*, W. de Gruyter, 8. Aufl. 2011, 963 Seiten.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Bioanorganische Chemie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 6	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie M.Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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 Mitarbeitende
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen der anorganischen Chemie und der Koordinationschemie sowie Grundkenntnisse in Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Rolle von Metallen in biologisch relevanten Prozessen und medizinischen Applikationen sowie die sichere Anwendung dieser Kenntnisse bei der Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Grenzgebiet von Anorganischer Chemie und Biochemie.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung und Funktion von Metallen in biologisch relevanten Prozessen zu erklären und diese aus dem anorganisch-chemischen Blickwinkel zu bewerten.

	- die Funktion von Metallen in biologischen Prozessen im Hinblick auf mechanistische Aspekte beschreiben zu können. - die erworbenen Grundkenntnisse medizinischen/biologisch-diagnostischen Anwendung anorganischer Verbindungen sicher anzuwenden und nachvollziehbar schriftlich dokumentieren zu können. - das vermittelte theoretische Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer Problemstellungen selbstständig zu nutzen.
Inhalt	1. Essentielle Elemente 2. Biomoleküle als Liganden von Metallionen 3. Metalloproteine (Transport, Regulierung, Lagerung von Metallionen) 4. Elektronentransferproteine 5. Sauerstofftransport und Sauerstoffaktivierung 6. Stickstoff-Aktivierung 7. Hydrolasen 8. Toxizität von Metallen 9. medizinische und diagnostische Anwendungen 10. Bio-Nanotechnologie
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)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Supramolekulare Koordinationschemie**		
Kürzel		MWV		
Modulniveau				
Turnus jedes Winter-Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioAC

Modulstruktur

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/innen
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	erfolgreiche Teilnahme an MAC1, MOC1
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Supramolekulare Chemie, mit Fokus auf Koordinationsverbindungen und bio-inspirierte und bio-konjugierte Systeme, nicht-kovalenter Wechselwirkungen, Selbst-Assemblierung, Wirt-Gast-Chemie, molekulare Schalter und Maschinen, supramolekulare Katalyse sowie physikalisch-organische Grundlagen und Untersuchungsmethoden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- grundlegende Begriffe und Konzepte der Supramolekularen Chemie, der physikalischen-organischen Chemie, intermolekularer Wechselwirkungen und deren Charakterisierung und Quantifizierung zu erklären. Sie können das Wissen über diese Konzepte für die Analyse supramolekularer Strukturen nutzen und verstehen die der Synthese dieser Strukturen zugrundeliegenden Designkonzepte. - das erworbene theoretische Wissen zur Planung der Synthese einfacher supramolekularer Materialen anzuwenden und die für die Charakterisierung dieser Systeme passenden Analysemethoden auszuwählen und die Ergebnisse der Analysen auszuwerten. - Gemeinsamkeiten und Komplementarität von Konzepten aus den Disziplinen der Chemie, sowie Biologie und Physik zu erkennen und für die Lösung von interdisziplinären Fragestellungen zu nutzen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc.1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M.Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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)	Prof. Dr. Sebastian Henke
Dozent(in)	Prof. Dr. Sebastian Henke und Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Teilleistung Vortrag (25 %): Vortrag mit Diskussion Teilleistung Prüfung (75 %): Klausur oder mündliche Prüfung Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben.
Lernziele	Die Studierenden erweiteren ihre Kenntnisse im Bereich der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten, Funktionalisierung und relevanter analytischer Methoden zur Charakterisierung von porösen anorganisch-organischen Festkörpermaterialien. Der besondere Fokus liegt hierbei auf Koordinationsnetzwerken und Koordintionspolymeren. Die Studierenden können ihre Kenntnisse anwenden und zur Erarbeitung neuer Ideen einsetzen.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende und erweiterte Prinzipien zur Materialklasse der Koordinationsnetzwerke zu erklären. - Gesetzmäßigkeiten der Festkörper- und Materialchemie bezüglich Strukturprinzipien, Struktur-Eigenschafts-Konzepten und Funktionalisierung zu erläutern und auf neue Problemstellungen eigenständig anzuwenden. - erlangte Kenntnisse über analytische Methoden zur Charakterisierung von porösen Festkörpermaterialien zur kritischen Bewertung experimenteller Daten zu nutzen und eigene Experimente zu entwerfen. - das im Modul erlangte theoretische Wissen über Netzwerktopologie, Funktionalisierung, Porosität, Wirt-Gast-Interaktion, Phasenumwandlungen, Charakterisierungsmethoden mit anderen chemischen, physikalischen und materialwissenschaftlichen Konzepten zu verknüpfen und zur interdisziplinären Lösung neuer wissenschaftlicher Fragen zu verwenden.
Inhalt	1. Koordinationschemie (Übergangs- und Hauptgruppenmetalle und Lanthanoide) 2. Topologische Beschreibung von Netzwerkstrukturen 3. Koordinationsnetzwerke und -polymere 4. Gasadsorption und spezifische Oberfläche 5. Flexibilität, Dynamik und Phasenumwandlungen 6. Struktur-Eigenschafts-Prinzipien 7. Prinzipien der Gasspeicherung und -separation 8. Morphologie und Mikrostruktur 9. Physikalische Untersuchungsmethoden 10. Retikulare Synthese 11. Wirt-Gast-Chemie
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.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Pericyclische Reaktionen**		
Kürzel		MWV		
Turnus	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5 oder 6	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie

Modulstruktur

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	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module MOCa, MOC2b und MOC1P
Studien-Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse von grundlegenden Typen pericyclischer Reaktionen. Insbesondere können sie die erlernten Konzepte auf Reaktivitäts- und Selektivitätsprobleme selbstständig anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Grundlagen der Molekülorbital- und Störungstheorie sowie der Anwendung der Klopman-Salem-Gleichung auf ionische Reaktionen zu erklären. - grundlegenden Typen pericyclischer Reaktionen (Sigmatrope Umlagerungen, Elektrocyclische Reaktionen, Cycloadditionen) zu erläutern. - das erworbene Wissen zur Vorhersage des Ergebnisses und des mechanistischen Verlaufs pericyclischer Reaktionen zu nutzen und eigene Synthesen zu planen.

	- Synthesekonzepte logisch zu analysieren. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Einführung: Grundlegende Fragestellungen 2. Molekülorbitale und Grenzorbitale 3. Störungstheorie 4. Die Klopman-Salem-Gleichung 5. Ionische Reaktionen 6. HSAB-Prinzip 7. Sigmatrope Umlagerungen - [1,n]-Wasserstoffverschiebungen - Cope- und Claisen-Umlagerung 8. Elektrocyclische Reaktionen 9. [2+2]-Cycloadditionen 10. [4+2]-Cycloadditionen
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation
Literatur	I. Fleming, Grenzorbitale und Reaktionen Organischer Verbindungen

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Klassische und neuere Synthesemethoden**		
Kürzel		MWV		
Turnus Jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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 MOCa und MOCb, MOC1P, MOCc
Studien-Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur am Ende des Moduls in der vorlesungsfreien Zeit. Wiederholungsklausur in der vorlesungsfreien Zeit.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über leistungsfähige und teilweise weniger bekannte Synthesemethoden und können anschließend das erworbene Wissen bei der Syntheseplanung selbstständig anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am erfolgreichem Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- die im Modul vermittelten Synthesemethoden und ihren mechanistischen Verlauf zu erläutern und ihre Ergebnisse vorherzusagen. - erworbenes Wissen über Synthesemethoden für die Planung von Synthesen selbstständig zu nutzen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien für synthetische Fragestellungen zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Grob-Fragmentierung 2. Favorskii-Umlagerung 3. Morita-Baylis-Hillman-Reaktion 4. Stereoselektive Radikalreaktionen 5. Nazarov-Cyclisierung
Medienformen	Tafel und/oder PowerPoint-Präsentation
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Synthesewissenschaft I ***		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie * Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie * Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Synthesewissenschaft I	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Synthesewissenschaft I	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	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss von MOCb
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Schriftliche Modulprüfung
Lernziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen.

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Synthesewissenschaft II**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc.Chemie B. Sc. Chem. Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Synthesewissenschaft II	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Synthesewissenschaft II	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	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb
Studienleistungen und Prüfungsleistung	schriftliche Modulprüfung
Lernziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Taktiken und Strategien zur selektiven Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen.

	- Möglichkeiten zur Asymmetrischen Synthese mit und ohne asymmetrischer Induktion zu erläutern. - vermitteltes Wissen zur Lösung synthetischer und retrosynthetischer Fragestellungen aus den Forschungsgebieten Naturstoffchemie, Wirkstoffstoffchemie und Materialchemie (Chemie der Materialmoleküle) zu nutzen und Synthesen demgemäß zu planen. - organisch-chemische Sachverhalte, einschließlich stereochemischer Modellvorstellungen, korrekt in Wort und Bild darzustellen.
Inhalt	15. Zyklisierungsreaktionen mit Kohlenstoffradikalen 16. Palladium-katalysierte Bindungsbildung: Intramolekulare Heck-Reaktion und Kreuzkupplung mit Enolaten 17. Dreiringsynthese: Zyklopropanierungen 18. Fünfringsynthese: Pauson–Khand-Reaktion 19. Fünfringsynthese: Nazarov-Zyklisierung 20. Fünf- und Sechsringsynthese: intramolekulare Aldol-Kondensation, Robinson-Anellierung und Hajos−Parrish-Reaktion 21. Siebenringsynthese: Cope-Umlagerung 22. Siebenringsynthese: Rhodium(I)-katalysierte intramolekulare (5+2)-Zykloaddition 23. 1,3-dipolare Zykloaddition mit Azomethinyliden 24. 1,3-dipolare Zykloaddition mit Nitronen 25. nukleophile 1,2-Umlagerung zum Stickstoffatom 26. Allyloxidation mit Selendioxid (Themen im wöchentlichen Wechsel. Die Anpassung der Vorlesungsinhalte an aktuelle Entwicklungen ist vorbehalten.)
Medienformen	Unterricht mit Tafel, digitalisierte Vorlesung, digitalisiertes Vorlesungsskript, digitalisierte Übungsaufgaben
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Synthesewissenschaft III**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-Studium
1	Synthesewissenschaft III	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Synthesewissenschaft III	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	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	erfolgreicher Abschluss des Moduls MOCb
Studienleistungen und Prüfungsleistung	schriftliche Modulprüfung
Lernziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Methoden zur selektiven Molekülstrukturmanipulation (Synthesewissenschaft) und können dieses Wissen zur Planung von Synthesen anwenden.
Vermittelte Schlüsselkompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - verschiedene Taktiken und Strategien selektiver Molekülstrukturmanipulation zu erörtern und deren Vor- und Nachteile für die Lösung synthesewissenschaftlicher Fragestellungen zu benennen.

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Makromolekulare Chemie I**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie M. Sc. Chemische Biologie

Modulstruktur

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	Abschluss der Module MACa und MOCa.
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Makromolekularen Chemie, insbesondere der Methoden der Synthese und Analyse makromolekularer Verbindungen. Sie können die Bedeutung der Stoffklasse der makromolekularen Verbindungen in Technik, Biologie und Medizin erläutern und das Wissen zur Lösung von Aufgabenstellungen im Grenzbereich von Chemie, Technik und Biowissenschaften anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - die historische Entwicklung des Fachgebiets der Polymerchemie zu erläutern. - die Einteilung der Polymere nach ihrem Herstellungsmechanismus, den Rohstoffen und den Verarbeitungsmethoden zu beschreiben.

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

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Makromolekulare Chemie II**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 - 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Vorlesung „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, Dr. Thomas Rölle
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Kenntnisse der Anorganischen und Organischen Chemie + VL „Makromolekulare Chemie I“
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Bedeutung von Polymeren in der chemischen Industrie, in der Medizin und der organischen Elektronik und können das Wissen zur Lösung von Aufgabenstellungen im Grenzbereich von Chemie, Technik und Biowissenschaften anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage, - wichtige Anwendungen von Polymeren in der Medizin, der Polyurethanchemie und der organischen Elektronik zu benennen

	- die Bedeutung der Biokompatibilität, sowie der bioabbaubaren Polymere und der Hydrogele für Anwendungsbeispiele aus der Medizintechnik zu erläutern. - Synthesestrategien für biokompatible Materialien zu entwickeln. - Synthesestrategien für (Poly)Isocyanate und Polyole zu entwickeln - Vermittelt Wissen über den Aufbau von Mono- und multilagen Folien aus TPU und PC & CoEx - Vermittelt Grundlagen der Holographie und wie holographische Materialien funktionieren - Strukturmerkmale leitfähiger Polymere zu beschreiben und wichtige Polymerklassen zu benennen. - die Bedeutung leitfähiger Polymere in den Anwendungen der Solarzelle, LEDs und Biosensoren zu erklären. - vermitteltes theoretisches Wissen für den Entwurf von Lösungsstrategien zur Bearbeitung praktischer und fachübergreifender Problemstellungen selbstständig zu nutzen. - sich neues Wissen durch die Sichtung von Originalliteratur (Fachartikel in englischer Sprache) selbstständig zu erarbeiten.
Inhalt	<u>Polymere in der Medizin</u> 1. Anforderungsprofil an ein Polymer für den Einsatz in der Medizin - Definition der Biokompatibilität 2. Implantate: - Biokompatibilität und -funktion - Anforderungsprofile **(**Bsp.: Knochenzement, intraokulare Linsen) 3. Konzepte der Geweberegeneration: - Designkriterien für Trägermaterialien (technische Produktion mittels CAD / 3D-Druck - bioabbaubare Polymere (Herkunft und Abbaumechanismus) - Hydrogele (Synthese, Aufbau, Eigenschaften, Charakterisierung, Bedeutung für die Zelltherapie) 4. Kardiovaskuläre Erkrankungen: - Blutkompatibilität? – Wie lässt sich die Blutkompatibilität eines Polymers verbessen? - Arteriosklerose und wie lässt sich diese behandeln? - Aufbau und Funktionsweise von Drug-Eluting Stents

	- Entwicklung künstlicher Blutgefäße und Bedeutung von ePET /ePTFE <u>Polymere für die Holographie</u> - Aliphatische NCO Chemie (Herstellung, Eigenschaften, Trends inkl. biobasiert) - Aromatische NCO Chemie, speziell für die thermoplastischen Typen, Eigenschaften, Herstellung, Trends inkl. Kreislaufwirtschaft - Mono- und multilagen Folien aus TPU und PC & CoEx (Chemie, Eigenschaften, Herstellung) - Grundlagen der Holographie - Photopolymere für holographische Belichtung (Stand der Technik, COV Technologie, Anwendungen) <u>Polymere in der org. Elektronik</u> 1. Organische versus anorganische Halbleiter - Bändermodell - leitfähige Polymere durch Dotierung - Ladungstransport 2. Polyacetylen-Synthese (Eigenschaften; Erzeugung von Polaronen, Bipolaronen) 3. Polythiophene (chem. und Übergangsmetall katalysierte Herstellungsverfahren) 4. PPV, Polyfluorene (Synthese, Eigenschaften) 5. OLED, PLED - Aufbau und Funktionsweise einer OLED - verwendete Materialien - Singulett- und Triplettemitter - niedermolekulare und polymere Emittermaterialien - Wirkungsgrad und Effizienz; - Herstellungsverfahren (OLED versus PLED) 6. Solarzellen - Aufbau und Funktionsweise Si-basierter Solarzellen - aktuelle Limitierungen und Lösungsansätze - Polymer-basierte Solarzellen (Aufbau, Funktionsweise, Limitierungen und Lösungsansätze) - Wirkungsgrad - Vor- und Nachteile unterschiedlicher Technologien

Medienformen	Tafel; Folien; PowerPoint-Präsentation, Arbeitsmaterialien online (Inhalt, ausgewählte Folien, Fragen)
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Homogene Katalyse in der Organischen Synthese** ***(Homogenous catalysis in organic synthesis)***		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Synthese (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben fortgeschrittene und aktuelle Kenntnisse auf dem Gebiet der homogenen Katalyse und können diese in der organischen Syntheseplanung anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Anwendungen der homogenen Katalyse (mit und ohne Übergangsmetall) in der präparativen organischen Chemie zu erläutern.

	- Bedeutung moderner Katalyseverfahren, im Hinblick auf neue Bindungsschnitte, für die Synthese komplexer organischer Verbindungen zu beschreiben. - Syntheseplanungskonzepte logisch zu analysieren und selbst zu planen. - erarbeitetes Wissen in der Syntheseplanung komplexerer organischer Moleküle, beispielsweise für die Synthese von Feinchemikalien oder Naturstoffen, anwenden zu können. - klassische Synthesekonzepten mit katalytischen Methoden zu verknüpfen und interdisziplinäre Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten. - Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Wesentliche Konzepte der Homogenkatalyse mit (erster Teil der Vorlesung) und ohne Übergangsmetall-Katalysator (zweiter Teil) werden vorgestellt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Anwendung in der organischen Syntheseplanung gelegt (Vertiefung in der entsprechenden Übungsgruppe). 1. Palladium-Katalyse (Kreuzkupplungen, Allylische Substitution auch mit Iridium, Heck-Reaktionen, C-N Kupplungen, Pd-TMM Chemie) 2. Tandem Reaktionen 3. Ruthenium-Katalyse (Metathese: Alken, Alkin, Enin) 4. C-H Aktivierung 5. Gold Katalyse 6. Cobalt und Kupfer Katalyse (Klick-Chemie) 7. Katalytische Oxygenierungsreaktionen 8. Organokatalyse (Enamin, Broensted-Säure-Katalyse) 9. Frustrierte Lewis-Paar-Katalyse 10. Photoredoxkatalyse 11. Hauptgruppenkatalyse und Autokatalyse Anwendungen der Katalysetypen werden an aktuellen Beispielen aus der Naturstoffsynthese diskutiert.
Medienformen	Tafel und/oder Powerpoint-Präsentation.
Literatur	1. L. Kürti, B. Czakó, „Strategic applications of named reactions in organic synthesis", Elsevier Press 2005 (ISBN: 978-0124297852) 2. L. S. Hegedus, B. C. G. Söderberg, „Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules" University Science Books, 2009 (ISBN: 978-1891389597) 3. Organic Synthesis Workbooks (I/II/III), Wiley-VCH

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Heterozyklenchemie** ***(Heterocyclic Chemistry)***		
Kürzel		MWV		
Turnus 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 Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse in Organischer Chemie (erfolgreicher Abschluss der Module MOCa und MOCb)
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende, sowie aktuelle Kenntnisse auf dem Gebiet der Synthese, Eigenschaften und Anwendung von Heterozyklen. Sie können dieses erlernte Wissen zur Planung von Synthesen heterozyklischer Verbindungen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Heterozyklenchemie sind die Studierenden in der Lage, - Grundlagen und allgemeine Konzepte der Heterozyklenchemie zu erläutern.

	- vermitteltes Wissen in der Syntheseplanung und zur Benennung komplexerer Heterozyklen anzuwenden. - typische Reaktivitäten und Eigenschaften von heterozyklischen Verbindungen einschätzten zu können und Vorhersagen auf Grundlage ihres Wissens zu machen. - Relevanz von Heterozyklen z. B. in der pharmazeutischen Chemie und chemischen Biologie zu beschreiben. - klassische Synthesekonzepte mit katalytischen Methoden zu verknüpfen und Lösungskonzepte für die Syntheseplanung zu erarbeiten. - Synthesekonzepte logisch zu analysieren. - Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Es werden folgende Schwerpunkte gesetzt: 1. Wesentliche Konzepte der Synthese, Eigenschaften, Reaktivitäten und Anwendungen von Heterozyklen. 2. Systematische Abhandlung von Heterozyklen sortiert nach Ringgrößen (Dreiringe, Vierringe etc. bis hin zu makrozyklischen Ringen). Dabei werden die Systeme mit steigender Anzahl an Heteroatomen (O, N, S etc.) sortiert. 3. Systematische Nomenklatur von Heterozyklen u. a. nach der Austausch-Nomenklatur und der Hantzsch-Widmann-Patterson Nomenklatur 4. Typische Synthesestrategien (Paar-Knorr, Hantzsch Synthese, Fischer-Indol, etc.) 5. Daneben werden Exkurse thematisiert, wie z.B. gespannte Kohlenwasserstoffe, Carbene, Aromatizität, 1,3-Dipole, Phosphorheterozyklen, biologisch relevante Heterozyklen oder aktuelle Themen.
Medienformen	Tafel, Zoom-Session und/oder Powerpoint-Präsentation.
Literatur	“Heterocyclic Chemistry” Joule, Mills, Wiley 2010 “The Chemistry of Heterocycles” Speicher, Eicher, Hauptmann, Wiley, 2013

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Computational Chemistry**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematikkenntnisse, wie sie z. B. im Modul Mathematik für Chemiestudierende vermittelt werden, sind für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Ähnliche Anforderungen gelten für die physikalischen Grundlagen, die z.B. im Modul Physik für Chemiestudierende behandelt werden.
Studien-/Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Kenntnisse der Grundlagen und Zusammenhänge der Quantenmechanik zur Berechnung von Eigenschaften chemischer Systeme. Sie können Möglichkeiten und Grenzen von Verfahren der theoretischen und computergestützten Chemie beurteilen und diese selbständig in der Praxis einsetzen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- verschiedene Berechnungs- und Modellierungsverfahren für chemische Probleme zu erläutern, - für gegebene Anwendungen und Fragestellungen geeignete quantenchemische Berechnungsmethoden vorzuschlagen sowie die Grenzen ihrer Vorhersagekraft und deren Aufwand abzuschätzen, - geeignete Programmiertechniken für die Problemlösungen auszuwählen und anzuwenden, - Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren sowie mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Grundlagen - Quantenmechanische Grundprinzipien (Wellenfunktionen, Operatoren, Schrödinger-Gleichung) - Basisentwicklungen und Matrixformulierung - Variationsrechnung - Quantenmechanisches Variationsprinzip *2.* Prinzipien der Molekülorbital-(MO-)Theorie - LCAO-Ansatz - Einelektronen-Moleküle - Hückel-Modell - Molekulare Potentialflächen *3.* 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, 3rd Ed. Wiley, 2017. 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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Mathematik- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen Mathematik für Chemiestudierende und 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	Mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Grundlagen und Zusammenhänge in Modellierungs- und Simulationstechniken für komplexe biomolekulare Systeme. Sie können computergestützte Verfahren zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen beurteilen, auswählen und in der Praxis selbständig einsetzen.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - verschiedene Simulations- und Modellierungsverfahren für biologische Systeme zu erklären, - für gegebene Anwendungen und Fragestellungen geeignete Berechnungsmethoden vorzuschlagen sowie die Grenzen ihrer Vorhersagekraft und den Aufwand abzuschätzen. - geeignete Programmiertechniken für die Problemlösungen auszuwählen und anzuwenden. - erworbenes Wissen zur Entwicklung von methodischen Lösungsstrategien für biochemische und biophysikalische Problemstellungen zu nutzen und die Ergebnisse logisch zu analysieren. - Lösungsstrategien zu erarbeiten, zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren sowie mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Grundlagen - Molekulare Koordinatensysteme - Klassische Mechanik - Statistische Mechanik - Prinzipien der Monte-Carlo-Simulation - Prinzipien der Moleküldynamik-Simulationen - Optimierungsverfahren/Vibrationsanalyse 2. Atomare Modelle für biologische Systeme - Intra- und intermolekulare Potentialfunktionen - Potentialparametrisierung - Aufbauprinzipien komplexer Molekülmodelle - Effiziente Berechnungsmethoden *3.* Berechnung von Observablen - Thermodynamische Größen - Strukturelle Größen, Verteilungsfunktionen - Dynamische Größen, Zeitkorrelationsfunktionen - Vergleich mit experimentellen Daten *4.* Spezielle Simulationstechniken - Erzeugung verschiedener Ensembles - Freie-Energie-Simulationen - Das „Potential of Mean Force“ - Fortgeschrittene Methoden 5. 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, 3rd Ed. Wiley, 2017.

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Biophysikalische Methoden**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie * Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie * Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

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. C. Czeslik
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Winter, Prof. Dr. C. Czeslik
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Grundlagen der biophysikalischen Chemie, sowohl theoretisch als auch bezüglich praktischer Anwendungen, und können sie sicher zur Problemlösung einsetzen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende biophysikalisch-chemische Konzepte und übliche Methoden der Biophysik zu erklären.

	- erworbenes theoretisches Wissen bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen. - mit den vermittelten Grundlagen der Biophysik Lösungsstrategien zur Bearbeitung neuer praktischer Problemstellungen zu entwickeln und die Ergebnisse angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren. - biophysikalisch-chemischer Phänomene logisch zu analysieren. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Allgemeine Strukturprinzipien biologischer Makromoleküle - intermolekulare Wechselwirkungskräfte - Selbstorganisation amphiphiler Moleküle - Struktur und Konformation biologischer Makromoleküle 2. Thermisch-kalorische Messverfahren - Differenzscanningkalorimetrie - isotherme Titrationskalorimetrie 3. Kolligative und hydrodynamische Methoden: - Osmometrie - Viskosimetrie - Ultra-Zentrifugation 4. Strukturuntersuchungen: - mikroskopische Verfahren - Lichtstreuung - Röntgen- und Neutronenstreuung 5. Spektroskopische Methoden - UV/VIS-Spektroskopie - CD-Spektroskopie - Fluoreszenzspektroskopie - IR-Spektroskopie - NMR-Spektroskopie - ESR-Spektroskopie
Medienformen	Tafel, Beamer (Power Point-Präsentation), Vorlesungsunterlagen als PDF
Literatur	R. Winter, F. Noll, C. Czeslik, Methoden der Biophysikalischen Chemie, 2. Aufl., Vieweg+Teubner, 2011 C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, 4. Aufl., Vieweg+Teubner, 2010.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Struktur und Dynamik: NMR-Spektroskopie an Proteinen**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

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	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Ausreichende Chemie- und Physikkenntnisse, wie sie z.B. in den Modulen MPCb (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und MPa (Vorlesung Physik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
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.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der NMR-Spektroskopie an Biomolekülen. Sie können Anwendungen und Grenzen der NMR-Spektroskopie für Signalzuordnung, Struktur und Molekulardynamik beurteilen und für die Planung eigener Experimente nutzen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- die Grundlagen der NMR-Spektroskopie und verschiedener Methoden der Untersuchung von Biomolekülen mittels NMR-Spektroskopie erklären zu können. - publizierte Ergebnisse im Kontext der NMR-Spektroskopie zu verstehen und zu validieren sowie die Einsatzmöglichkeiten der Technik für eigene biochemische Arbeiten zu beurteilen. - Möglichkeiten und Grenzen der NMR-Spektroskopie logisch zu analysieren und bei der Planung eigener Arbeiten zu berücksichtigen. - mit dem erworbenem Wissen Lösungsstrategien für einfache Problemstelllungen aus der Strukturbiologie zu erarbeiten, zu bewerten und angemessen zu diskutieren.
Inhalt	1. Physikalische Grundlagen - Vektormodell - Produktoperatorformalismus - Pulssequenzen 2. Anwendungen auf große biologische Moleküle - Grundlagen zur (isotopenmarkierten) Expression von Proteinen/RNAs - Signalzuordnung mittels 3D und 4D-Experimenten ("sequential walk“) - Strukturrechnung mit Hilfe interatomarer Distanzen und Winkelinformationen - Charakterisierung von Moleküldynamik über Quantifizierung verschiedener Relaxationsparameter 3. Methodischen Besonderheiten der technisch raffinierten Festkörper-NMR (Magic Angle Spinning u. A.)
Medienformen	Tafel, Powerpoint-Präsentationen, Softwaredemonstrationen, 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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5 oder 6 (B. Sc.) 1 bis 4 (M. Sc.)	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B.Sc. Chemie B.Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie … Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

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 MPCb (Vorlesung Physikalische Chemie 3) und MPa (Vorlesung Physik für Chemiestudierende 1) vermittelt werden, werden für die erfolgreiche Teilnahme dringend empfohlen. Grundkenntnisse in Biochemie sind außerdem vorteilhaft, werden aber nicht vorausgesetzt.
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird spätestens zwei Wochen nach Beginn der Veranstaltung per Aushang bekannt gegeben. Wiederholungsmöglichkeit und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse der *electron paramagnetic resonance* (EPR)-Spektroskopie und sind anschließend fähig Anwendungen und Grenzen der EPR-Spektroskopie zur Lösung biologisch-chemischer Fragestellungen zu beurteilen.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Grundlagen und Anwendungen der EPR-Spektroskopie zu erklären und die Vorteile und Grenzen der EPR-Spektroskopie logisch zu analysieren. - die Bedeutung von Radikalen und ihrer Chemie in essentiellen Enzymen und Biomolekülen sowie die die Charakterisierung von Metall-Cofaktoren mittels EPR-Spektroskopie zu erläutern. - die Nutzung von Spinmarkierungen für die Untersuchung von Struktur und Funktion von Biomolekülen erklären. - das erlernte Grundlagenwissen und die erarbeiteten Lösungsstrategien bei der Auswahl geeigneter EPR-Experimente zu nutzen und deren Ergebnisse kritisch zu analysieren. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Grundlagen - Paramagnetismus - Eigenschaften eines ungepaarten Elektrons (Elektronenspin) - Wechselwirkungen des Elektronenspins 2. Continuous-wave EPR - Relaxation und Sättigung - Multifrequenz-EPR - Hyperfeinkopplung in Lösung - Analyse von EPR-Spektren 3. Gepulste EPR - Anisotropie in festem Zustand - Hyperfeinkopplung in festem Zustand - Doppel-Resonanz-Methoden der EPR-Spektroskopie 4. 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		Wahlpflichtvorlesung **Physikalische Chemie 4 ***		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemische Biologie M. Sc. Chemie * Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie* Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Physikalische Chemie 4	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Physikalische Chemie 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, JProf. Dr. Kasanmascheff
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Module MPCa und MPCb
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben im Modul grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik und sind in der Lage, einfache Aufgaben und Problemstellungen aus diesen Gebieten selbständig zu analysieren und zu lösen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Am Ende dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenstatistik und statistischen Thermodynamik sowohl theoretisch als auch

	hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung sicher zu beherrschen. - vermittelte theoretische Kenntnisse bei der Anwendung spektroskopischer Analyseverfahren zu nutzen. - erworbenes theoretisches Wissen zur Entwicklung von Lösungsstrategien bei der Bearbeitung praktischer Problemstellungen zu verwenden. - grundlegende physikalisch-chemische Phänomene einer logischen Analyse zu unterziehen. - eigene Lösungskonzepte angemessen mündlich und schriftlich zu präsentieren.
Inhalt	**Statistische Beschreibung der Materie - Grundlagen und Anwendungen in Chemie und Biowissenschaften:** 1. **Grundlagen der statistischen Mechanik**: - Ensembletheorie, - Boltzmannverteilung, - Zustandssummen, - Zusammenhang mit thermodynamischen Größen, - Gleichverteilungssatz. 2. **Grundlagen der Quantenstatistik:** - Molekülzustandssumme, - Systeme aus ununterscheidbaren Teilchen, - Maxwell-Boltzmann-, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik. 3. **Anwendungen der statistischen Thermodynamik:** - Berechnung chemischer Gleichgewichte, - Absolutberechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten, - reale Gase, - Flüssigkeiten, - Wärmekapazität von Festkörpern, - Computersimulationsmethoden (Molekulardy-namik- 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, J. J. Keeler, Physikalische Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2021. G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, 2012.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Einführung in die Technische Chemie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 6	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Einführung in die Technische Chemie	V	4	3	45 h	75 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	Grundlagen der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie.
Studien-/ Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben wichtige Kenntnisse über Grundlagen der industriellen Chemieproduktion am Beispiel wirtschaftlich bedeutender Verfahren und Produkte, sowie die Fähigkeit, einen chemischen Prozess nicht nur nach chemischen, sondern zusätzlich auch nach ingenieurwissenschaftlichen, apparatetechnischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zu beurteilen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, - die Unterschiede zwischen der Herstellung von Stoffen im Labor und im industriellen Maßstab zu erkennen und für die Anwendung zu berücksichtigen. - die Grundlagen der Thermodynamik, der Phasengleichgewichte, der Reaktionskinetik, des Stoff- und Wärme-Transportes sowie der Stoff- und

	Wärme-Bilanzierung anzuwenden, um die Funktionsprinzipien der wichtigsten chemischen Reaktoren und Trennverfahren zu erläutern. - die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Grundtypen chemischer Reaktoren zu diskutieren. - die Wirkung heterogener und homogener Katalysatoren und die betreffenden Reaktionsabläufe zu erklären. - Stufenkonstruktionen unter Berücksichtigung von Phasengleichgewichten und Massenbilanzen als Basis für die Auslegung von Trennverfahren durchzuführen. - Aufbau und Funktion wesentlicher Apparate in Chemieanlagen zu verstehen und ihre Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungen darzustellen. - einen chemischen Prozess mithilfe eines Verfahrens-fließbildes zu beschreiben, - die Herstellung wesentlicher anorganischer und organischer Vor-, Zwischen- und End-Produkte der chemischen Industrie anhand von Verfahrensfließbildern zu erläutern. - durch die vermittelten ingenieurwissenschaftlichen Kenntnisse interdisziplinär mit Absolventen des Chemieingenieurwesens und anderer Studienfächer zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Grundlagen 1. Grundsätzlicher Aufbau chemischer - Produktionsanlagen - Verbundstruktur der chemischen Industrie - Unterschied Labor- und Produktions-Verfahren - Charakterisierung und Darstellung chemischer Verfahren in Fließbildern 2. Technische Thermodynamik und Kinetik 3. Reaktoren - Labor-Rührkessel (diskontinuierlich oder halbkontinuierlich) -Wärmeabfuhr aus Reaktoren - Maßstabsvergrößerung - Sicherheitsaspekte - kontinuierlich betriebener Rührkessel - Rohrreaktor - Rührkesselkaskade - Verweilzeit. 4. Reaktor-Auslegung und Verfahrenstechnik am Beispiel der Ammoniak-Synthese (Heterogene Katalyse, Verwendung von Ammoniak) 5. Bilanzierung von Stoff und Wärme, Grundzüge der Kostenrechnung, Optimierung chemischer Anlagen. 6. Destillation: - Labordestillation (diskontinuierlich),

	- Rektifikation - Bilanzierung einer Rektifikationskolonne, - McCabe-Thiele-Methode, - Einfluss des Rücklaufverhältnisses, - technische Ausführungsformen. 7. Weitere thermische Grundoperationen: - Absorption - Adsorption, - Extraktion, - Gegenstrom-Prinzip als gemeinsames Merkmal, technische Ausführungsformen (Boden- und Füllkörperkolonnen), - mechanische Grundoperationen (Rühren, Filtrieren) - Pumpen. Prozesse 1. Fossile Rohstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle). 2. Organische Basischemikalien I (Steamcracker). 3. Organische Basischemikalien II (C2-Chemie). 4. Organische Basischemikalien III (C3- bis C5- und Aromaten-Chemie). 5. Organische Endprodukte I (Polymere). 6. Organische Endprodukte II (Waschmittel, Farbstoffe, Pharmazeutika, Pflanzenschutzmittel). 7. Ausgewählte anorganische Produkte: z.B. - Schwefelsäure, - Chlor, - Natronlauge, - Zement, - Roheisen / Stahl, - Aluminium, - Halbleitersilizium. 8. Exkursion in ein Werk der chemischen Industrie.
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion), Grafiken von Simulationsrechnungen (Downloadmöglichkeit für die Studierenden), Exkursion zu einer Chemiefirma.
Literatur	D.W. Agar, A. Behr, J. Jörissen „Einführung in die Technische Chemie“, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010. W. Reschetilowski „Technisch-Chemisches Praktikum“, Wiley-VCH, Weinheim, 2002. Praktikumsskripte der Technischen Chemie

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Industrielle Prozesse nachwachsender Rohstoffe**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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)	Dr. T. Seidensticker
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen dieses Moduls erwerben die Studierenden Kenntnisse über die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung nachwachsender Rohstoffe.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in der derzeitigen und zukünftigen chemischen Produktion besser einzuschätzen. - die Aufarbeitung und Folgechemie nachwachsenderRohstoffe 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.
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	A. Behr, T. Seidensticker: „Chemistry of Renewables“, Springer 2020 M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Aufl. 2013 (Anmerkung: Ende 2021 soll die 3. komplett überarbeitete Aufl. erscheinen!)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Industrielle Prozesse petrochemischer Zwischenprodukte**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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)	Dr. T. Seidensticker
Sprache	Deutsch, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen dieses Moduls erwerben die Studierenden Kenntnisse über die wichtigsten industriellen Verfahren zur Herstellung petrochemischer Zwischenprodukte
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein: - die Bedeutung petrochemischer Zwischenprodukte in derderzeitigen und zukünftigen chemischen Produktion besser einzuschätzen. - die Herstellung und Folgechemie petrochemischerZwischenprodukte zu diskutieren.

	- die besonderen Vorteile, aber auch die eventuellen Nach-teile petrochemischer Zwischenprodukte zu bewerten. - Verfahren auf petrochemischer und nachwachsenderRohstoffbasis miteinander zu vergleichen. - die technische Realisierung von Herstellungsverfahrenpetrochemischer Zwischenprodukte zu beschreiben. - an konkreten Einzelbeispielen Verfahren zu vergleichen und Vor- und Nachteile bestimmter Reaktionsführungen, Reaktortypen, Aufarbeitungsschritte und Recyclingmethoden abzuwägen. - Fragen zur Sicherheit, zum Umweltschutz, zur Energieeinsparung, der selektiven Reaktionsführung, der Anwendung der Katalyse und wirtschaftlicher Aspekte kritisch zu diskutieren und in das Themengebiet der technischen Chemie einzuordnen.
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, Vorlesungsfolien und –grafiken
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Aufl. 2013 (Anmerkung: Ende 2021 soll die 3. komplett überarbeitete Aufl. erscheinen!)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chemische Technik 2**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen in diesem Modul Kenntnisse über zukunftsorientierten Prinzipien der nachhaltigen Chemieproduktion, insbesondere der umweltschonenden, „grünen“ Chemie und Verfahrensentwicklung.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, - Möglichkeiten zur Umsetzung von Rohstoffen zu den vom Markt geforderten Produkten der chemischen Industrie, unter Berücksichtigung nichttechnischer, d.h. wirtschaftlicher oderumweltrelevanter Anforderungen, zu diskutieren. - die vermittelten theoretischen Grundlagen zu den einzelnen Verfahrensmethoden jeweils mit typischen Anwendungsbeispielen zu verknüpfen. - ökonomische und ökologische Problemstellungen mit

	möglichen Lösungsansätzen der Technischen Chemie zu verbinden. - maßgebliche Kriterien für wirtschaftlich optimale Prozesse zu bestimmen und die einzelnen Prozesse in der chemischen Industrie in einem Prozessverbund einzuordnen. - die Atomökonomie von Reaktionen zu bewerten, optimale Katalysatoren und deren Recyclingmethoden auszuwählen sowie alternative Rohstoffe und Energien zu nutzen. - Technischer Chemie und Verfahrenstechnik miteinander in Verbindung zu setzen.
Inhalt	Gegenstand dieser Veranstaltung sind die Prinzipien der umweltschonenden, „grünen“ Chemie und Verfahrensent-wicklung. Beim Design eines chemischen Prozesses sind generell wichtige Grundregeln zu beachten: 1. Verfügbarkeit der Edukte 2. Toxizität der Nebenprodukte 3. Wiederverwendbarkeit von Lösungsmitteln und Katalysatoren 4. alternative Rohstoffe oder Kohlendioxid sowieder 5. Scale-Up von Verfahren in Miniplants
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Aufl. 2013 (Anmerkung: Ende 2021 soll die 3. komplett überarbeitete Aufl. erscheinen!)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Angewandte homogene Katalyse**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Homogene Katalyse	V	1.5	1	15 h	30 h
2	Übung zu Homogene 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, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Vorlesungen der metallorganischen Chemie oder Einführung in die industrielle Katalyse
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Hausarbeit. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung erwerben die Studierenden Kenntnisse über die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung mit homogenen Katalysatoren und können diese beim Lösen einfacher Fragestellungen der Technischen Synthese anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, - Grundlagen der homogenen Katalyse zu erklären und auf die Lösung von

	Fragestellungen zur industriellen Synthese anzuwenden. - Methoden in der homogenen Katalyse zur Katalysatorauswahl und des Recyclings zu erläutern und anzuwenden. - die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen der Katalyse im Labormaßstab und der industrielen Katalyse kritisch zu diskutieren. - durch die vermittelten ingenieurwissenschaftlichen Kenntnisse interdisziplinär mit Absolventen des Chemie-ingenieurwesens und anderer Studienfächer zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Methoden und Möglichkeiten, technisch bedeutende chemische Prozesse mit Hilfe der homogenen Katalyse zu steuern und dadurch wirtschaftlich zu gestalten. 2. Typische Anwendungen der Katalyse - Herstellung von Basischemikalien, - Herstellung von Feinprodukten und Endprodukten 3. Methoden der homogenen Katalyse - Katalysatorauswahl - Mechanismen - Recycle-Methoden - technisch bedeutsame Reaktionen 4. Varianten der homogenen Übergangsmetallkatalyse 5. Auswahl der Metall-Liganden-Kombinationen
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken (Zweifachprojektion)
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Aufl. 2013 (Anmerkung: Ende 2021 soll die 3. komplett überarbeitete Aufl. erscheinen!) 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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
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.
Lernziele	In dieser Wahlpflicht-Vorlesung erwerben die Studierenden Kenntnisse über die wichtigsten Dimensionen der Wertschöpfung in der chemischen Industrie und können das erworbene Wissen zur Lösung einfacher betriebswirtschaftlicher Fragestellungen nutzen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- Wertschöpfung in der chemischen Industrie zu verstehen und ihre Methoden der Steigerung zu erläutern sowie auf einfache Problemstellungen anzuwenden. - Wertschöpfungsketten in der chemischen Industrie, insbesondere der fossilen und nachwachsenden Rohstoffe, zu beschreiben. - Prozesse und Rohstoffe unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Dimension zu erläutern und zu bewerten. - Managementtools zur Steigerung der Wertschöpfung zu erklären und sicher anzuwenden. - Betriebswirtschaftliche Dimensionen in der chemischen Industrie zu erkennen und anzuwenden.
Inhalt	1. Betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge in der chemischen Industrie (Zusammenhänge zwischen Rohstoffen, Prozessen und wirtschaftlichem Erfolg) 2. Aktuellen Entwicklungen in der chemischen Industrie und deren Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Erfolg. 3. Aktuelle Managementtools zur Steigerung der Wertschöpfung - strategische Anwendung - operative Anwendung
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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Reaktionstechnik, insbesondere der mathematischen Analyse von Reaktionssystemen und der Auswahl bzw. Auslegung chemischer Reaktoren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - das erworbene Wissen über die vielfältigen Möglichkeiten, chemische Reaktionen und chemische Reaktoren in industrielle Produktionen einzusetzen, bei der Lösung einfacher Fragestellungen aus dem Gebiet der Reaktionstechnik zu nutzen.

	- die vermittelten theoretischen Grundlagen zu den einzelnen Verfahrensmethoden jeweils mit typischen Anwendungsbeispielen zu verknüpfen, - die Schlüsselrolle des chemischen Reaktors in einer industriellen Chemieanlage sowie dessen enge Verzahnung mit den anderen Anlagenteilen zu erläutern. - technische Reaktionssysteme zu analysieren und den Einfluss physikalischer Vorgänge auf den Reaktionsablauf zu bewerten. - die Möglichkeiten und Grenzen der mathematischen Modellierung von Reaktionen und Reaktoren zu beschreiben und die maßgeblichen Kriterien für wirtschaftlich optimale Reaktionsführung und Reaktorleistung zu berücksichtigen. - Stoff- und Wärmebilanzen mit reaktiven Quellen und Senken zu analysieren bzw. zu interpretieren.
Inhalt	1. Stoff- und Wärmebilanzen mit Reaktion 2. Reaktionsnetzwerke 3. Kinetik und Thermodynamik chemischer Reaktionen 4. chemische Reaktion mit diffusivem Stofftransport in der heterogenen Katalyse 5. Grundlagen der idealen chemischen Reaktoren und deren Umsatz und Selektivitätsverhalten 6. Verweilzeitverteilung chemischer Reaktoren und des dynamischen Verhaltens chemischer Reaktoren 7. Details zum Verhalten idealer chemischer Reaktoren und deren Umsatz und Selektivitätsverhalten 8. Details zur Verweilzeitverteilung chemischer Reaktoren und zum dynamischen Verhalten chemischer Reaktoren 9. Wärmeabfuhr in chemischen Reaktoren
Medienformen	Tafelbild, Vorlesungsgrafiken, Skriptum
Literatur	M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, K.-O. Hinrichsen, H. Hofmann, U. Onken, R. Palkovits, A. Renken: „Technische Chemie“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Aufl. 2013 (Anmerkung: Ende 2021 soll die 3. komplett überarbeitete Aufl. erscheinen!)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Heterogene Katalyse**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

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, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Aktive Mitarbeit bei der Vorlesung, Hausarbeit, Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernnziele	In dieser Wahlpflichtvorlesung erlernen die Studierenden die wichtigsten industriellen Verfahren zur Umsetzung mit heterogenen Katalysatoren kennen und können das Wissen bei der Lösung von Fragestellungen der Synthese- und Verfahrensplanung anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Grundlagen der heterogenen Katalyse zu erläutern. - die Bedeutung von Stofftransportphänomenen in der heterogenen Katalyse zu beschreiben.

	- Methoden zu mechanistischen und kinetischen Untersuchungen an Heterogenkatalysatoren zu erklären und geeignete Methoden zur Lösung katalytischer Fragestellungen auszuwählen. - Modellierungen von Heterogenkatalysatoren und Präparationen von heterogenen Katalysatoren zur Anwendung in industriellen Prozessen zu erläutern sowie das erworbene Wissen eigenständig bei der Lösung von Fragestellungen aus der Katalyse anzuwenden.
Inhalt	1. Übersicht wesentlicher Aspekte der Heterogenkatalyse 2. Methoden zur experimentellen Erfassung und Modellierung des Stofftransports und der Reaktionskinetik 3. Charakterisierung von Mikrostruktur und Mechanismen heterogener Katalysatoren 4. Selektivitäts- und Desaktivierungsverhalten von heterogenen Herstellverfahren für technische Heterogenkatalysatoren 5. Heterogenisierung homogener Katalysatorsysteme 6. Leistungssteigerung von Katalysatoren durch nichtgleichmäßige Aktivitätsverteilung
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 **Einführung in die industrielle Katalyse**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B.Sc.: 5 oder 6 M. Sc.: 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E.T.

Modulstruktur

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.-Ing. H. Freund
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. H. Freund, Prof. Dr. D. Vogt
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/ Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über alle wesentlichen Grundprinzipien und Konzepte der homogenen und heterogenen Katalyse als Schlüsseltechnologie der chemischen Stoffumwandlung. Dies sowohl im Hinblick auf die molekularen Mechanismen als auch auf die zugrunde liegenden physikochemischen Aspekte der Anwendung der industriellen Katalyse in der Technik.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Elementarschritte in einem Übergansmetall-katalysierten Katalysezyklus zu benennen und deren detaillierte Mechanismen zu beschreiben. - die wichtigsten Katalysator- und Ligandeinflüsse auf die verschiedenen Elementarschritte zu diskutieren

	- Ligand- und Katalysatoreigenschaften mit gängigen Konzepten und Modellen zu beschreiben und zu quantifizieren. - für wichtige katalytische Reaktionen den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt zu identifizieren. - Voraussagen über Aktivität und Selektivität zu treffen. - das Prinzip der asymmetrischen Katalyse zu erklären. - für wichtige industrielle Prozesse Katalysator und Prozessvarianten zu benennen und Einflussgrößen auf Aktivität und Selektivität erläutern und diskutieren. - Methoden für das Recycling homogener Katalysatoren aufzuzählen und deren Prinzipien zu erklären. - für eine unbekannte Reaktion Vorschläge für ein geeignetes Katalysator- und Reaktionssystem zu machen. - anhand einschlägiger Beispiele den Einsatz von Heterogenkatalysatoren bei der Synthese von großen Grundchemikalien und Zwischenprodukten, in Raffinerien, bei der Abgasbehandlung und in der Lebensmittelindustrie hinsichtlich der physikalisch-chemischen Vorgänge und der angewandten Reaktortechnik zu beschreiben und daraus allgemeingültige Ansätze der heterogenen Katalyse zu benennen. - die Bedeutung der Katalyse zur Lenkung der Stoffströme in der chemischen Industrie zu erklären und zwischen heterogenen und homogenen Katalysatoren differenzieren sowie deren Vor- und Nachteile gegenüberzustellen. - durch Vergleich der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Katalysevarianten, die Katalysatorwahl für unterschiedliche Anwendungsfälle zu beurteilen. - das erworbene Wissen zur Planung von selektiven und material- und abfallsparenden Chemikalienherstellung zu verwenden.
Inhalt	Die Studierenden erfahren, dass den Vorteilen einer Technologie immer auch Nachteile gegenüberstehen: z.B. der Aufwand zur Rückgewinnung des Katalysators bei der homogenen Katalyse im Vergleich zu Stofftransportwiderständen in einem heterogenen Katalysator. Die resultierenden Kompromisse sind auch Gegenstand der Übungen, in denen die Herstellung eines bestimmten Produkts mit und ohne Katalysator zu bewerten ist. Der Teil zur homogenen Katalyse baut auf eine grundlegende Vorlesung zur Koordinationschemie, bzw. Organometallchemie auf und beinhaltet eine kondensierte Auffrischung der Materie.

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Medizinische Chemie 1**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: MC

Modulstruktur

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	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in bioorganischer Chemie und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Begrifflichkeiten der Medizinischen Chemie, der Einflussfaktoren für pharmakokinetische sowie pharmakodynamische Eigenschaften und des Verständnisses des Designprozesses neuer pharmakologisch aktiver Substanzen in der Wirkstoffforschung.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Grundprinzipien der Protein-Ligand Wechselwirkung sowie der modernen Wirkstoffforschung zu erklären. - strukturbasierte, rationale und computerbasierte Methoden zur Entwicklung von Wirkstoffen nachvollziehen zu können.

	- Faktoren erläutern zu können, die das Wechselspiel von Pharmakokinetik und Pharmakodynamik beeinflussen sowie die Möglichkeiten zur Beeinflussung dieser Prozesse durch chemische Modifikation zu verstehen und bei der Problemlösung anzuwenden. - interdisziplinär an der Grenzfläche zwischen Chemie, Pharmakologie und Biophysik für die Grundlagenforschung und biomedizinische Anwendungen Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen zu entwickeln. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Grundlagen der Protein-Ligand Wechselwirkung: - Methoden zum Verständnis von Protein-Ligand Wechselwirkungen als Grundlage für das rationale Design von Wirkstoffen. 2. Grundbegriffe der medizinisch/pharmazeutischen Chemie: - Definition Wirkstoff - Arzneistoff und Arzneimittel, wie funktionieren Wirkstoffe - Phase I-IV klinische Studien 3. Grundbegriffe der Beschreibung von Pharmakokinetik: - LADME Konzept und Begriffe - Applikationsrouten 4. Unabhängige pharmakokinetische Kenngrößen: - - Verständnis von Clearance Parametern, - Verteilungsvolumen - Bioverfügbarkeit - Halbwertszeit - Elimination 5. Strukturelle Eigenschaften und Möglichkeiten zur Optimierung pharmakokinetischer Eigenschaften: - Lipinsky Rules und Neuerungen - Metabolische Prozesse - Vorhersage von ADME Eigenschaften auf der Basis kalkulierter Kenngrößen 6. Vorhersage der humanen PK Eigenschaften: - Transportereigenschaften - Mikrosomale Stabilität - Caco 2 assay - Skalierungsmethoden

	7. Strukturbasiertes Wirkstoffdesign und Computermethoden der modernen Wirkstoffforschung: - Visualisierung physikochemischer Eigenschaften von Wirkstoffe - molecular modelling - virtuelles Screening - Datenbanksuchen 8. Case studies: - Faktor Xa Inhibitoren - MMP Inhibitoren - Kinase Inhibitoren - Lipid 2 Antagonisten - PDE5 inhibitoren - Adenosin 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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: MC

Modulstruktur

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)	PD Dr. A. Brunschweiger, Dr. P. Nussbaumer, Dr. H. Haning, Dr. L. Urner
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in bioorganischer Chemie und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse der Begrifflichkeiten der Medizinischen Chemie, Eigenschaften von Enzyminhibitoren, Grundkenntnisse des industriellen Pharmaforschungsprozesses sowie der Optimierungszyklen und können dieses Wissen sicher bei der Lösung von Aufgabenstellungen aus der Medizinischen Chemie anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Prozesse der Pharmaforschung und industrieller Anwendungen zu erläutern.

	- verschiedene Enzyminhibitionsarten beschreiben zu können und aus chemischen Strukturmerkmalen Schlüsse auf möglichen Konsequenzen bei der Enzyminhibition zu ziehen. - interdisziplinär an der Grenzfläche zwischen Chemie, Pharmakologie und Biophysik für die Grundlagenforschung und biomedizinische Anwendungen Lösungsstrategien für praktische Problemstellungen zu entwickeln. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Geschichte der Wirkstoffforschung und -findung: - Pflanzenwirkstoffe - Aspirin - Prozess der Wirkstoffsynthese 2. Targets für pharmakologisch aktive Wirkstoffe: - Verteilung von Targetklassen bei kommerziellen Wirkstoffen 3. Protein-Ligand Wechselwirkungen: - Bedeutung der einzelnen Energiebeiträge - Stärke verschiedener Wechselwirkungsarten 4. Enzyminhibitoren: -Arten der Enzyminhibition und deren kinetische Beschreibung - Arten der Enzyminhibition und deren kinetische Beschreibung - Mechanismen verschiedener Proteasetypen - Proteasom und Proteasom-Inhibitoren 5. Industrielle Pharmaforschung: - Screening Prozess - Computational Chemistry Methoden im hit finding und hit-to-lead Prozess - Optimierungszyklen 6. Fallbeispiele: - Faktor Xa Inhibitoren - MMP Inhibitoren - Kinase Inhibitoren - Lipid 2 Antagonisten - PDE5 inhibitoren - Adensoin Agonisten - sGC Stimulatoren - sGC Aktivatoren - DPP4 Inhibitoren 7. Biologische Arzneimittel wie Oligonukleotide und Antikörper

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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: MC

Modulstruktur

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	PD Dr. A. Brunschweiger
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
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
Lernziele	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über moderne Methoden der Wirkstoffsynthese und Wirkstoffidentifizierung und können das erworbene Wissen sicher in Theorie und Praxis anwenden.
Angestrebte Lernergebnisse	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende Aspekte beim Design von Wirkstoffen zu erläutern. - moderne Verfahren der Wirkstoffidentifizierung zu erklären. - erworbenes Wissen über unterschiedliche Ansätze zur Synthese von Wirkstoffen und

	Wirkstoffbibliotheken zur Planung von einfacher Wirkstoffsynthesen zu nutzen. - interdisziplinär geprägtes theoretisches Wissen innerhalb des Wirkstoffdesigns, der Wirkstoffsynthese und Wirkstoffidentifizierung zur Lösung medizinalchemischer Problemstellungen zu verwenden.
Inhalt	1) Wirkstoffdesign und Auswahl von Strukturen - 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) Spezielle Techniken in der Wirkstofffindung - Neue High-Throughput-Screening-Formate: Moderne kombinatorische Synthese und kodierte Bibliotheken - Phänotypische Assays 3) Medizinalchemische Aspekte der organischen Synthese - 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 Peptidomimetika - 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 **Angewandte Computermethoden in den Lebenswissenschaften**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: MC M. Sc. Chemie Fach: SoC

Modulstruktur

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.
Lernziele	Die Studierenden erlangen Erkenntnissen zu Anwendungen, Stärken und Schwächen aktueller computergestützter Methoden in den Lebenswissenschaften und verbessern ihre Fertigkeiten im konstruktiv geführten wissenschaftlichen Diskurs.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - sich selbstständig in ein neues Arbeitsgebiet aus dem Bereich der Computermethoden der Wirkstoffforschung mittels Literatur einzuarbeiten. - sich mit der wissenschaftlichen Primärliteratur kritisch auseinanderzusetzen und mit anderen Quellen zu vergleichen. - die gewonnenen Kenntnisse in Form eines wissenschaftlichen Vortrags in englischer Sprache mit Darstellung der Kernfragen, der theoretischen Hintergründe, des Verhältnisses zum Experiment, der Ergebnisse, sowie kritischer Diskussion und Einordnung im Zusammenhang mit anderen Arbeiten zu präsentieren. - sich aktiv und konstruktiv in wissenschaftlichen Diskursen zu beteiligen.
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	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Systembiologie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie Fach: ZB

Modulstruktur

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. P. Bieling, Dr. L. Dehmelt, Dr. M. Schmick, Dr. C. Schröter
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Bachelormodule Chemische Biologie zur Zellbiologie und Mathematik
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Den Studierenden wird der Zusammenhang zwischen der Biochemie von Protein-Dynamik und -Interaktionen auf Nanometer-Skala und (Selbst-)Organisation von multizellulären Verbänden vermittelt, auf dem multidisziplinären Hintergrund von Energieminimierung, Evolution und Ausnutzung energiegetriebener Selbstorganisation und Informationsverarbeitung in Signalprozessen in lebenden (Säuger-)Zellen und Organismen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Konzepte der Systembiologie auf der gemeinsamen Basis von Molekularbiologie, Zellbiologie, Biochemie, Biophysik sowie Mathematik zu erläutern.

	- quantitativ zelluläre Verhaltensweisen im Kontext von Signaltransduktion, Netzwerkdynamik und Selbstorganisation zu erklären. - aktuelle Fragestellungen aus Molekularbiologie, Zellbiologie, Mikroskopie und Mikro-Spektroskopie auf der Grundlage systembiologischer Ansätze zu analysieren. - mit Primärliteratur und experimentellen Daten kritisch umzugehen und sie auszuwerten.
Inhalt	1. Fliessgleichgewicht, (Nicht-)Gleichgewichtszustand und Selbstorganisation in lebenden Systemen 2. Rechnergestützte Datenauswertung von biologischen Experimenten 3. Zelluläre Informationsverarbeitung in Anwendung und Theorie biochemischer Signalnetzwerke 4. Synthetische Biologie und die System-Biochemie des Zytoskeletts 5. Selbstorganisation in Mikrotubuli und Organisationsprinzipien der Zellmotilität und -morphogenese 6. System-Entwicklungsbiologie: von Einzelzellen zu Zellverbänden
Medienformen	Powerpoint-Präsentation; über Moodle: Skripte, Übungszettel und begleitende Literatur als pdf
Literatur	ausgewiesene Fachliteratur (Primärliteratur)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Experimentelle Zellbiologie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie Fach: ZB M.Sc. Chemie Fach: SoC

Modulstruktur

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)	PD Dr. L. Dehmelt
Dozent(in)	PD Dr. L. Dehmelt
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse der Zellbiologie vergleichbar mit Veranstaltungen zur Zellbiologie im Bachelorstudiengang Chemische Biologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung, Wiederholungsmöglichkeiten gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis zellulärer und molekularer Mechanismen in eukaryotischen Zellen und ihre experimentelle Zugänglichkeit.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Konsequenzen biologischer Komplexität und Variabilität für experimentelle Untersuchungen von Zellen zu bewerten. - durch Kenntnis biologischer und biochemischer Techniken, geeignete Strategien zur Manipulation und Analyse von Zellen zu identifizieren.

	- durch Auswahl geeigneter experimenteller Strategien Informationen über molekulare Mechanismen in Zellen zu extrahieren. - Validität und Sicherheit von Informationen aus experimentellen Messungen zu bewerten. - wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	1. Interpretation von Messungen biologischer Systeme: - Komplexität in der Biologie - Variabilität in der Biologie - konfirmativer und explorativer Ansatz - Logik der experimentellen Analyse und die wissenschaftliche Methode - Angewandte Statistik 2. Methoden in der Zellbiologie: - Isolation von Zellen und Zellbestandteilen, - Analyse von Zellstruktur und Zellfunktion, - Inhibition von mRNA Transkripten durch RNA Interferenz, - Methoden zur spezifischen Manipulation der Funktion von Proteinen, - Methoden zur Manipulation von Genen, - akute Störungsmethoden, - Optogenetik, - 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 (Artikel in Fachzeitschriften)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Grundlagen der Immunologie**				
Kürzel		MWV				
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: ZB		
Modulstruktur						
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. Doris Urlaub					
Sprache	Englisch					
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine					
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse der Zellbiologie vergleichbar mit Veranstaltungen zur Zellbiologie im Bachelorstudiengang Chemische Biologie					
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.					
Lernziele	Die Studierenden erhalten Grundkenntnisse über die Bestandteile und die Funktionen des Immunsystems. Weiterhin erlangen sie Kenntnisse um immunologische Analysemethoden und therapeutischer Ansätze zu verstehen. Sie erhalten Grundkenntnisse über Signaltransduktionsprozesse in Immunzellen.					
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - auf Basis ihrer in der Lehrveranstaltung erworbenen Kenntnisse die verschiedenen Zelltypen und Organe des Immunsystems und 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 bewerten zu können. - verschiedene Manipulationen des Immunsystems für therapeutische Zwecke zu erklären. - wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	1. Organe und Zelltypen des Immunsystems 2. Immunologische Abläufe bei viralen oder bakteriellen Infektionen 3. immunologische Effektormechanismen der Infektionsbekämpfung 4. Grundlagen der immunologischen anti-Tumor-Antwort 5. neuartige Therapieansätze auf immunologischer Grundlage - Therapie mit monoklonalen Antikörpern, - Zelltherapie, - Immunsuppressiva, - Knochenmarkstransplantation 6. Grundlagen der Signaltransduktion in Immunzellen - Signaltransduktion von Zytokinen, - T-Zell Rezeptor, - Inhibierende Rezeptoren
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	Janeway's Immunobiology, Verlag: Taylor & Francis Ltd.; Auflage: 10th edition. Cellular and Molecular Immunology, Verlag: Saunders W.B.; Auflage: 8th edition.
Neues Modul	Beschluss am 04.02.2015 im Fakultätsrat

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Kryoelektronenmikroskopie** ***Cryo-Electron Microscopy (CRYO-EM)***		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: CB

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Kryoelektronenmikroskopie	V	3	2	30 h	60 h
2	Übung zu Kryoelektronenmikroskopie	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. S. Tacke, Dr. T. Raisch, Dr. T. Wagner, Dr. S. Pospich
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Protein- und Zellstrukturbestimmung mittels Elektronenmikroskopie, sowie der kritischen Analyse und Interpretation von elektronenmikroskopischen Daten.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung der Strukturbiologie, insbesondere der Elektronenmikroskopie, für die Themenfelder Biochemie und Biomedizin erklären und einordnen zu können. - die theoretischen Grundlagen der Elektronenmikroskopie zu beschreiben.

	- die verschiedenen Methoden der Elektronenmikroskopie zu erläutern und problemorientiert auswählen zu können. - Details der Probenpräparation zu beschreiben und Ansätze zur Optimierung zu nennen. - mit elektronenmikroskopischen Daten kritisch umgehen zu können.

Inhalt	1. Theorie der Elektronenmikroskopie
	- Kurze Historie
	- Physikalische Grundlagen der Bildentstehung
	- Methoden der Elektronenmikroskopie
	  ○ SEM/TEM/STEM
	  ○ Einzelpartikelelektronenmikroskopie
	  ○ Elektronentomographie
	  ○ Korrelative Elektronenmikroskopie
	  ○ Mikrokristallelektronendiffraktion
	- Instrumentierung und aktuelle Entwicklung
	- Datensammlung
	
	2. Probenvorbereitung und Optimierung
	- Anforderungen an die Probe
	- Präparationsmethoden
	  ○ Raumtemperaturmethoden
	  ○ Methoden der Kryofixierung (Cryo-EM/Cryo-ET/ HPF/FIB)
	- Beurteilung und Optimierung von Proben
	
	3. Bildverarbeitung
	- Einzelpartikelanalyse
	- Rekonstruktion von Tomogrammen
	- Subtomogram averaging
	- Limitierungen and aktuelle Entwicklung
	- Einblick in die Modellierung von Proteinstrukturen
	
	4. Kritische Analyse und Beurteilung von elektronenmikroskopischen Daten und Studien

	Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	1. J. Frank (2006) Three-dimensional Electron Microscopy of Macromolecular Assemblies, Oxford Univ Pr 978-0-1951-8218-7 2. J. Frank (2006) Electron Tomography, Springer 978-0387-31234-7 3. L. Reimer (2008) Transmission Electron Microscopy, Springer 978-0-3875-0499-5 4. https://cryo-em-course.caltech.edu/overview

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Posttranslationale Modifikation von Proteinen**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Biochemie (Stryer, Voet & Voet, Lehninger) und organischen Chemie (Clayden)
Studien-/Prüfungsleistungen	Freiwillige Studienleistung: Auf Antrag kann die Bearbeitung von Übungsaufgaben als Bonus von 5 % in die Modulnote einfließen. Modulabschluss Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen eine Übersicht über die wichtigsten posttranslationalen Modifikationen (PTM) und ihre Bedeutung für zelluläre Prozesse. Sie erlernen die chemischen Hintergründe verschiedener Mechanismen der PTM und moderner biologisch-chemische Forschungsgebiete und Methoden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - Mechanismen proteinmodifizierender Enzyme sowie PTM-erkennender Proteine erklären zu können. - wichtige Fallbeispiele der vorgestellten Modifikationen zu erläutern.

	- Zusammenhänge komplexer Mechanismen der Signaltransduktion beschreiben zu können. - die Bedeutung von modernen Methoden der Proteinanalytik, der chemische Biologie und der Strukturbiologie in Bezug auf posttranslationale Modifikationen erklären und einordnen zu können. - biologische Fragestellungen mit der zu Grunde liegenden Chemie bzw. mit relevanten Proteinstrukturen zu verknüpfen. - durch Auswahl geeigneter Strategien zur Informationsgewinnung sich selbstständig in ein Thema einzuarbeiten. - Validität und Sicherheit von Informationen zu bewerten. - wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	Folgende posttranslationale Modifikationen werden besprochen: 1. Methylierung 2. Phosphorylierung 3. Acetylierung 4. Glykosylierung 5. Lipidierung 6. Ubiquitinierung 7. SUMOylierung 8. Proteolyse 9. Hydroxylierung 10. PARylierung 11. 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		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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)	Hochschullehrende der Chemischen Biologie (für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundlagen in Organischer Chemie, Bioorganischer Chemie und Biochemie
Studien-/Prüfungsleistun-gen	Benotete Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen fortgeschrittene Kenntnisse allgemeiner Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und können diese Kenntnisse sicher für die bioorganische Syntheseplanung anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - wesentliche theoretische Erkenntnisse über Reaktionen und Methoden in der bioorganischen Chemie zu erläutern. - die Bedeutung der bioorganischen Chemie bzgl. der Themenfelder chemische Biologie und organische

	Synthese zu verstehen und dieses Verständnis für die Lösung interdisziplinärer biologisch-chemischer Fragestellungen zu nutzen. - Einfache bioorganische Synthesen zu planen. - das erworbene theoretische Wissen zur selbstständigen Entwickelung geeigneter Strategien zur Lösung biologisch-chemischer Aufgabenstellungen anzuwenden. - die eigenen Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Chemie der Kohlenhydrate - Synthese und Eigenschaften - biologische Bedeutung 2. Chemie der Lipide - Synthese und Eigenschaften - biologische Bedeutung
Medienformen	Tafelbilder, Folien, Powerpoint-Präsentation, Online-Skript (begleitend)
Literatur	Thisbe K. Lindhorst: Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, Wiley-VCH. David Van Vtranken and Gregory Weiss: Introduction to Bioorganic Chemistry and Chemical Biology, Garland Science.
Letzte Änderung	Fakultätsratsbeschluss am 10.06.2015

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Chemical Epigenetics** **Chemische Epigenetik**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: CB

Modulstruktur

Nr.	**Lehrveranstaltung**	**Typ**	**CP**	**SWS**	**Präsenz-zeit**	**Eigen-studium**
1	Chemical Epigenetics	V	3	2	30 h	60 h
2	Übungen zu Chemical Epigenetics	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
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Biochemie und der Organischen Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) und mündliche Modulprüfung, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben eine Übersicht über epigenetische Mechanismen der Gen-Regulation. Insbesondere erhalten sie Kenntnisse über die chemischen Grundlagen dieser Mechanismen und ihre Auswirkungen auf das Zellschicksal, über Methoden für die Synthese epigenetisch modifizierter Proteine und Nukleinsäuren sowie über deren Analyse in vitro und in vivo.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - epigenetische Modifikationen in DNA, RNA und Proteinen in ihrer biologischen Funktion zu beurteilen.

	- biologische Mechanismen für die Einführung, regulatorische Erkennung und Entfernung solcher Modifikationen im Detail zu erläutern. - 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. - durch Auswahl geeigneter Strategien zur Informationsgewinnung sich selbstständig in ein Thema einzuarbeiten. - Validität und Sicherheit von Informationen und experimenteller Messungen zu bewerten. - wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt:	**Chemical Epigenetics** 1. Einführung - Genotyp und Phänotyp - Epigenetik – Definitionen Epigenetisch kontrollierte Prozesse 2. Genome und Chromatin - Genomgrößen - Genomkomplexität und Organisation - Das Humangenom - Transkription - Epigenetische Regulation der Transkription - Eu- und Heterochromatin 3. Biologie epigenetischer DNA Modifikationen - Typen von Modifkationen - Organismische Verteilung - Biologische Funktionen - Mechanismen der Einführung - regulatorischen Erkennung und Entfernung im Genom 4. Synthese epigenetisch modifizierter DNA - DNA-Festphasensynthese - Postsynthetische Modifikationen - Array-Synthese - Enzymatische Modifikationen - Epigenom-Engineering

	5. Analyse epigenetisch modifizierter DNA - Genomischer Gehalt via LCMS-MS - Hybridisierungsbasierte Methoden - PCR Methoden - Sequenzier-Konzepte - Hochdurchsatzsequenzierung, Einzelmolekül-Sequenzierung - chem. Konversions- und Tagging-Chemien 6. Biologie epigenetischer Proteinmodifikationen - Histone + Nucleosomen, - Mechanismen der Einführung, regulatorischen Erkennung und Entfernung von Lysin-Acetylierung, - Methylierung, - anderen Modifikationen - Nucleosome Remodelling - Der Histon-Code 7. Synthese epigenetisch modifizierter Proteine - Peptid-Festphasensynthese - Ligationsmethoden - Erweiterung des genetischen Codes 8. 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	- Allis, Caparros, Jenuwein, Reinberg, Epigenetics, CSHL, 2015. - Lyle Armstrong, Epigenetics, Garland Science, 2014 - Allgemeine Grundlagenliteratur der Biochemie und Molekularbiologie (Stryer, Alberts usw.)

Modulbezeichnung		Wahlpfichtvorlesung **Cell-free Systems**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Mutschler
Dozent(in)	Prof. Dr. H. Mutschler
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Solide Grundkenntnisse der Biochemie und Molekularbiologie
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) und mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben eine Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten zellfreier Systeme im Bereich der Grundlagenforschung, der Synthetischen Biologie und der Produktion von Biosensoren, Therapeutika, Metaboliten und Proteinen. Insbesondere erlangen sie Wissen über die Einsatzmöglichkeiten verschiedener zellfreier Expressionssysteme und können das Wissen für die Lösung von Fragestellungen aus der synthetischen Biologie anwenden.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung der zellfreien Biologie in Biotechnologie, Biomedizin und Grundlagenforschung einordnen zu können. - Methoden und Anwendungen zellfreier Systeme insbesondere zellfreie Expressionssysteme, zu erläutern. - das Design und der Erzeugung artifizieller Biosysteme zu beschreiben und ihr Potential beispielsweise in der molekularen Diagnostik oder der Grundlagenforschung beurteilen zu können. - durch die Auswahl geeigneter Strategien zur Informationsgewinnung sich selbstständig in ein Thema einzuarbeiten. - die Validität und Sicherheit von Informationen und experimenteller Messungen zu bewerten. - Wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	1. Einführung in die Fragestellungen und Anwendungen zellfreier Systeme 2. Genetic Parts and Circuit Prototyping 3. Protein and Metabolic Engineering 4. Manufacturing of Macromolecular Assemblies and Therapeutics 5. Biosensors & Diagnostics 6. Artificial Cells & Smart Materials 7. In-Vitro-Evolution in Cell-Free Systems 8. Translation free Protein- and Nucleic Acids based systems 9. Catalytic Nucleic Acids 10. Protocells and Origins of Life Research
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Online-Skript für Synthetische Biologie.
Literatur	The New Age of Cell-Free Biology, Noireaux and Liu (2020) *Annual Review of Biomedical Engineering*, 22, 51 Silverman *et al.*, Cell-free gene expression: an expanded repertoire of applications. (2020) *Nature Reviews Genetics* 21, 151 Hodgman & Jewett, Cell-free synthetic biology: Thinking outside the cell. (2012) *Metabolic Engineering*, 14, 261 Allgemeine Grundlagenliteratur der Biochemie und Molekularbiologie (Stryer, Alberts usw.)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Analytische Chemie - Wasser und Boden I**		
Kürzel		MWV		
Turnus 2-jährlich WS gerades Jahr	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erlangen einen Überblick über die gängigen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik. Insbesondere der modernen Probenvorbereitung und Trennmethoden sowie der Funktionsweise der Geräte und Anwendungsbereiche.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - grundlegende analytische Trennmethoden und Probenvorbereitungen der Wasser- und Bodenanalytik einzuordnen.

	- Wissen im Bereich verschiedener eingesetzter Geräte anzuwenden und über deren Einsatzbereich (je nach Problemstellung) zu entscheiden. - theoretische Hintergründe der Methoden detailliert zu erklären. - Methodenkenndaten für chromatographische Trennungen zu bestimmen. - erworbenes theoretisches Wissen zur praxisorientierten Lösung von analytischen Problemstellungen zu nutzen. - Validität und Sicherheit von experimentellen Messungen zu bewerten. - wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	1. Umweltanalytik allgemein - qualitative/quantitative Verfahren - Kalibrierung und Validierung - chromatographische Techniken zur Probenvorbereitung und Analytseparation (GC, LC, SFC, DC, IC) - Detektoren für GC und HPLC (MS, HR-MS, IR, DAD, Fluoreszenz, AED) - Stabilisotopenanalytik - ^{14}C-Analytik - Probenahme - Versuchsplanung, -durchführung und –auswertung - aktuelle Trends und Untersuchungsmethoden 2. Wasser - Trübung und Färbung - Anreicherungstechniken (SPE, SPME, FFE) - leichtflüchtige Verbindungen mittels Headspace und Purge&Trap 3. Boden - analytische Bestimmung von anorganischen Parametern (AAS, AES, ICP-MS) - Bindungsformen im Boden - organische Summenparameter - Abbau, Sorption und Mobilität von organischen Schadstoffen (von z.B. PAK, Pestiziden) - Extraktionsmethoden aus fester Matrix (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 **Umweltchemie**		
Kürzel		MWV		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** B. Sc. 5 oder 6 M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie „studium oecologicum“

Modulstruktur

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
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in anorganischer und organischer Chemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Seminarvortrag (unbenotete Studienleistung) sowie Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erlangen einen Überblick über die grundlegenden Zusammenhänge in den Umweltkompartimenten Wasser, Luft und Boden. Sie sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls fähig, komplexe Prozesse in der Umwelt, im Besonderen die Wechselwirkungen der verschiedenen Umweltkompartimente und der darin enthaltenen Stoffe, sowie deren Auswirkung auf das gesamte Ökosystem einzuordnen.

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

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Einführung in die Massenspektrometrie**		
Kürzel		MWV		
Turnus 2-jährlich WS ungerades Jahr	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Dr. Sebastian Zühlke
Dozent(in)	Dr. Sebastian Zühlke
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Klausur oder mündliche Prüfung am Ende des Moduls Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO
Lernziele	Die Studierenden erlangen einen Überblick über die Massenspektrometrie. Sie erwerben Wissen über moderne Massenspektrometer und deren Funktionsweise sowie deren Anwendungsbereiche. Im Übungsteil erlernen die Studierenden die praktische Auswertung anhand ausgewählter Daten und Spektren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Massenspektrometrie als eine Methode in den Rahmen der Strukturaufklärung einzuordnen.

	- Grundlagen der Massenspektrometrie inkl. der notwendigen Theorie zu erklären. - das erworbene theoretische Wissen zur praxisorientierten Lösung von massenspektrometrischen Problemen zu nutzen. - durch die Auswahl geeigneter Strategien zur Informationsgewinnung, sich selbstständig in ein Thema einzuarbeiten. - die Validität und Sicherheit von Informationen und experimenteller Messungen zu bewerten. - Wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	1. Grundlagen der MS 2. Quadrupole, Ionenfallen, TOF, Orbitrap, FTICR 3. Ionisationstechniken für die chromatographische Kopplung (EI, CI, ESI, APCI) 4. MALDI und MALDI imaging 5. Ionenmobilität 6. Fragmentierungsreaktionen der MS 7. IRMS, stabile Isotope,Radiotracer und Radiokarbonmethode
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Tafelbilder, elektronische Skripte, online-Tests, Übungen, weitere Arbeitsmaterialien
Literatur	- Jürgen Gross: Mass Spectrometry, Springer-Verlag, 2017 - Matthias Otto: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2019 - Schwedt, Schmidt, Schmitz: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 2017 - H.-J. Hübschmann: Handbook of GC/MS, Wiley-VCH, 2009
Aktualisierung	26.02.2021

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Hochauflösende NMR in der Chemie und Chemischen Biologie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) Schwerpunkt: E. T. (hier Fach: PC) M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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)	Prof. Dr. W. Hiller
Dozent(in)	Prof. Dr. W. Hiller
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung oder Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zur Strukturanalyse mittels moderner multidimensionaler NMR-Methoden und können das erworbene Wissen zur Lösung einfacher Problemstellungen der Untersuchung chemischer Strukturen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- fortgeschrittene und moderne NMR-Methoden zu erklären und gemäß der Problemstellung auszuwählen. - das erworbene theoretische und praktische Wissen zur Erarbeitung von analytischen Lösungsstrategien, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren, für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen. - aus gegebenen NMR-Spektren sinnvolle Strukturvorschläge für die untersuchte Substanz sowie aus einer gegebenen Strukturformel die entsprechenden NMR-Spektren abzuleiten. - den grundlegenden apparativen Aufbau der Analysengeräte zu beschreiben und die Bedeutung messtechnischer Schlüsselelemente zu erläutern. - die Methodik der Verarbeitung von gewonnen Rohdaten wieder zu geben und anzuwenden. - die erhaltenen Analyseergebnisse für eine Substanz zu kombinieren und Rückschlüsse auf strukturelle Eigenschaften zu ziehen. - verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit hohen Magnetfeldern zu handeln. - Wissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich korrekt in Wort und Schrift darzustellen und mit anderen zu diskutieren.
Inhalt	**Hochauflösende NMR** 1. Grundlagen der NMR - Vektormodell - Operatormodell - chemische Verschiebung - Signalintensität - direkte und indirekte Kernspinkopplung 2. Multikern-NMR (u.a. ^{1}H-, ^{2}H-, ^{11}B- ^{19}F-, ^{13}C-, ^{15}N-, ^{17}O-, ^{29}Si-, ^{31}P-, ^{119}Sn-NMR) 3. allgemeine Klassifizierung der chem. Verschiebungen, - Additivitätsregeln, - Einflüsse auf chemische Verschiebungen und Kopplungskonstanten 4. qualitative und quantitative Heterokern-NMR-Messungen 5. Entkopplungsverfahren 6. zweidimensionale NMR - Grundlagen (Absolutwert- und phasenempfindliche Verfahren,

	homonukleare und heteronukleare Techniken) - 2D-NMR und - Strukturanalyse 7. Prozessieren von NMR-Messungen 8. Selektive Anregung mittels geformter Pulse 9. Lösungsmittelunterdrückungsmethoden 10. Bestimmung von Strukturen mittels unterschiedlicher NMR-Verfahren 11. DOSY (diffusion ordered spectroscopy) zur Analyse von chemischen Gemischen und Molekülgrößenbestimmung 12. NMR-Charakterisierung von Polymeren - Mikrostruktur - chemische Zusammensetzung - Moleküldynamik 13. 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

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

Modulstruktur

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, Prof. Dr. T. Gebel
Sprache	Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Projektarbeit/Hausarbeit/Präsentation. Modulprüfung: Klausur. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden vertiefen durch das Modul ihre Grundkenntnisse der Toxikologie, welche sie im Modul Rechtskunde und Toxikologie für Chemiker (MTO) erworben haben. Sie erwerben Kenntnisse zu verschiedenen Aspekten des Chemikalienrechts, der Chemikaliensicherheit und des Arbeitsschutzes. Sie können durch den erfolgreichen Abschluss dieser Veranstaltung durch Bestehen der Klausur die *eingeschränkte Sachkunde* gemäß ChemVerbotsV auf die Sachkunde für das Inverkehrbringen giftiger und sehr giftiger Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel erweitern (Erwerb der *umfassenden Sachkunde*).
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage:

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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Aktuelle Themen der Toxikologie**		
Kürzel		MWV		
Turnus jährlich	**Dauer** 1	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoN M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoN

Modulstruktur

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	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Präsentation Es besteht 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.
Lernziele	Die Studierenden erwerben im Modul die Basis, sich mit toxikologischen Themen auseinandersetzen zu können. Sie sind mit Hilfe von Primärliteratur in der Lage, fachlich fundierte Stellungnahmen zu Themen abzugeben, die die Toxikologie von Chemikalien betreffen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- die Bedeutung der Toxikologie bezüglich der Themenfelder Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft zu erläutern. - vorhandenes Wissen aus dem Studium der Chemie/Chemischen Biologie zur Lösung toxikologischer Fragestellungen anzuwenden. - Themenfelder auf dem Gebiet der Toxikologie unter Zuhilfenahme moderner Recherchetechniken (elektronische Datenbanken) selbstständig zu erarbeiten und gemäß Aufgabenstellung zu strukturieren. - die veröffentlichte Meinung zu toxikologischen Themen in den Massenmedien vor dem Hintergrund politischer und gesellschaftlicher Strömungen kritisch zu bewerten. - 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. .
Inhalt	Auseinandersetzung mit Themen der Toxikologie, die aktuell im öffentlichen Fokus stehen (u. a. Häufigkeit und Ursachen von Allergien, Belastungen des Trinkwassers, Weichmacher (Phthalate) in Verbraucherprodukten, Stoffe mit hormonschädigenden Wirkungen).
Medienformen	PowerPoint-Präsentation
Literatur	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtvorlesung **Berufsqualifizierende Veranstaltungen**		
Kürzel		MWV		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 5 oder 6 (B. Sc.) 1 bis 4 (M. Sc.)	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** B. Sc. Chemie B. Sc. Chemische Biologie M.Sc. Chemie Fach: SoN M.Sc. Chemische Biologie Fach: SoN

Modulstruktur

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

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

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

Literatur	Wird von der entsprechenden Dozentin bzw. dem Dozenten bekanntgegeben.

Modulbezeichnung		**Weitere chemische / naturwissenschaftliche Studien**		
Kürzel		MWV		
Turnus jedes Semester	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** M. Sc. 1 bis 4	**Credits** 4	**Zuordnung Curriculum** M.Sc. Chemie Fach: SoC M.Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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, Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
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.
Lernziele	Die Studierenden erwerben weiterführende Kenntnisse 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 wichtig sind.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - sich mit den Fachkulturen anderer Fächer bzw. Fakultäten auseinanderzusetzen und die

	gewonnenen Erfahrungen und Einsichten in der späteren beruflichen Zusammenarbeit zu verwenden. - das erworbene theoretische Wissen und die Kompetenzen für die Lösung von Fragestellungen der Berufspraxis zu nutzen. - Ergebnisse fachsprachlich angemessen in Wort und Schrift zu präsentieren. - eine wissenschaftliche Diskussion zu führen. - etc. Die vermittelten Kompetenzen hängen von der gewählten Lehrveranstaltung ab.
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.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Anorganische Chemie – Supramolekulare und Bioanorganische Chemie**		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Anorganische Chemie – Supramolekulare und Bioanorganische Chemie	P	6	8	120 h	60 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Anorganische Chemie – Supramolekulare und 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 und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	–
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über eigene Projektarbeit (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden.

	Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Dieses Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Anorganische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und wenden das erworbene Wissen bei der Durchführung einer eigenen Projektarbeit an. Nach Abschluss des Moduls können sie die Ergebnisse des Projekts in einem Seminarvortrag angemessen vorstellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einordnen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich Struktur und Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - erhaltene wissenschaftliche Resultate auszuwerten, zusammenzufassen, in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einzuordnen und gemäß der „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. *) Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.

Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Die Forschungsthemen können u. a. aus den folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - Computational Chemistry Verwendete analytische Methoden (Auswahl): 1. Massenspektrometrie 2. Ionenmobilitätsspektrometrie 3. Infrarotspektroskopie 4. UV/VIS-Spektroskopie 5. Elementaranalyse 6. Schmelzpunktbestimmung 7. Drehwertbestimmung 8. Brechungsindex 9. NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) 10. Einkristallstrukturanalyse 11. Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Labortagebuch, schriftlicher Abschlussbericht, PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften). Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung.
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Anorganische Chemie – Funktionelle Materialien**		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Henke
Dozenten	Prof. Dr. S. Henke und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	–
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über eigene Projektarbeit (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

	Dieses Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Anorganische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und wenden das erworbene Wissen bei der Durchführung einer eigenen Projektarbeit an. Nach Abschluss des Moduls können sie die Ergebnisse des Projekts in einem Seminarvortrag angemessen vorstellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einordnen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich Struktur und Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - erhaltene wissenschaftliche Resultate auszuwerten, zusammenzufassen, in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einzuordnen und gemäß der „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. *) Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u>

	Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Die Forschungsthemen können u. a. aus den folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - Computational Chemistry Verwendete analytische Methoden (Auswahl): 1. Massenspektrometrie 2. Ionenmobilitätsspektrometrie 3. Infrarotspektroskopie 4. UV/VIS-Spektroskopie 5. Elementaranalyse 6. Schmelzpunktbestimmung 7. Drehwertbestimmung 8. Brechungsindex 9. NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) 10. Einkristallstrukturanalyse 11. Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Labortagebuch, schriftlicher Abschlussbericht, PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften). Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung.
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Anorganische Chemie – Photoaktive Metallkomplexe**		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Steffen
Dozenten	Prof. Dr. A. Steffen und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	–
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über eigene Projektarbeit (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

	Dieses Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Anorganische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und wenden das erworbene Wissen bei der Durchführung einer eigenen Projektarbeit an. Nach Abschluss des Moduls können sie die Ergebnisse des Projekts in einem Seminarvortrag angemessen vorstellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einordnen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich Struktur und Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - erhaltene wissenschaftliche Resultate auszuwerten, zusammenzufassen, in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einzuordnen und gemäß der „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. *) Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u>

	Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Die Forschungsthemen können u. a. aus den folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - Computational Chemistry Verwendete analytische Methoden (Auswahl): 1. Massenspektrometrie 2. Ionenmobilitätsspektrometrie 3. Infrarotspektroskopie 4. UV/VIS-Spektroskopie 5. Elementaranalyse 6. Schmelzpunktbestimmung 7. Drehwertbestimmung 8. Brechungsindex 9. NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) 10. Einkristallstrukturanalyse 11. Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Labortagebuch, schriftlicher Abschlussbericht, PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften). Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung.
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Anorganische Chemie – Synthesechemie und Katalyse**		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Strohmann
Dozenten	Prof. Dr. C. Strohmann und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	–
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über eigene Projektarbeit (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

	Dieses Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Anorganische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und wenden das erworbene Wissen bei der Durchführung einer eigenen Projektarbeit an. Nach Abschluss des Moduls können sie die Ergebnisse des Projekts in einem Seminarvortrag angemessen vorstellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einordnen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich Struktur und Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu interpretieren.*) - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - erhaltene wissenschaftliche Resultate auszuwerten, zusammenzufassen, in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einzuordnen und gemäß der „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. *) Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u>

	Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Die Forschungsthemen können u. a. aus den folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - Computational Chemistry Verwendete analytische Methoden (Auswahl): 1. Massenspektrometrie 2. Ionenmobilitätsspektrometrie 3. Infrarotspektroskopie 4. UV/VIS-Spektroskopie 5. Elementaranalyse 6. Schmelzpunktbestimmung 7. Drehwertbestimmung 8. Brechungsindex 9. NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) 10. Einkristallstrukturanalyse 11. Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Labortagebuch, schriftlicher Abschlussbericht, PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften). Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung.
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Bioanorganische Chemie**		
Kürzel		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M.Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioAC M. Sc. Chemistry Fach: AC Schwerpunkt: M. M.

Modulstruktur

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, Prof. Dr. S. Henke und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltung: Bioanorganische Chemie (Wahlpflichtvorlesung)
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und Prüfungsvortrag zu einem vorgegebenen Thema und anschließender Diskussion (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

	Teilnahme am Seminar (Fehlzeiten von über 10% können nur in begründeten Ausnahmefällen, z.B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, toleriert werden), 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. Details sind der aktuellen Praktikumsordnung zu entnehmen.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Bioanorganischen Chemie und können das erworbene Wissen praktisch anwenden. Sie können eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Bioanorganischen Chemie in einem Seminarvortrag vorstellen und in den Kontext der Bioanorganischen Chemie einordnen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die modernen Arbeitstechniken der Bioanorganischen Chemie zu beschreiben, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine moderne computergestützte Literaturrecherche durchzuführen. - 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.
Inhalt:	Praktikum 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: 1. Verständnis und Analyse von Primär-, Sekundär- (Tertiär-, Quartär-) Strukturen von DNA und Proteinen 2. Anwendung von Methoden der optischen Spektroskopie wie UV-Vis, Fluoreszenz und Circular Dichroismus sowie weiterer Techniken (z.B. ESR) 3. Synthese von Übergangsmetallkomplexen, die bioanorganische Funktionselemente imitieren bzw. mit biologischen Strukturen interagieren 4. Beschäftigung insbesondere mit den physiologisch relevanten Metallen Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel und Zink 5. Thermodynamische und kinetische Betrachtung von Ligandaustauschprozessen 6. Interaktion bioanorganischer Verbindungen mit kleinen biorelevanten Molekülen wie NO, CO und O_2 7. Biorelevante Redoxprozesse 8. Bedeutung nicht-kovalenter Wechselwirkungen in Bezug auf Bioanorganische Fragestellungen 9. Extraktion bioanorganisch-relevanter Verbindungen aus natürlichen Materialien und Vergleich mit synthetischen Analoga 10. Anwendung verschiedener Computerprogramme für die Bearbeitung, Visualisierung und Auswertung von bioanorganischen Strukturen und Modellen Seminare: Seminarvorträge über ausgewählte Themen, Methoden oder Fachartikel mit anschließender Diskussion.
Neues Modul	Fakultätsratsbeschluss vom

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Analytische Chemie - Wasser und Boden**		
Kürzel		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC)

Modulstruktur

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
Sprache	Englisch, Deutsch,
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Teilnahme am Modul Analytische Chemie - Wasser und Boden I oder Einführung in die Massenspektrometrie
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistung: Versuchsplan anfertigen, Kolloquium vor Versuchsbeginn, Versuchsdurchführung Prüfungsleistung: Abschlussprotokoll (70%) und Vorträge (30%)
Lernziele	Die Studierenden erwerben einen Überblick über die gängigen Methoden der Wasser- und Bodenanalytik in der Praxis. Sie können moderne Probenvorbereitungen, Trennmethoden und Analytdetektionen eigenständig durchführen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Die Studierenden sind nach Beendigung des Moduls in der Lage: - grundlegende analytische Trennmethoden und Probenvorbereitungen der Wasser- und Bodenanalytik durchzuführen. - verschiedenste eingesetzte Geräte in Hard- und Software zu bedienen.

	- Methodenkenndaten für chromatographische Trennungen/spektroskopische Detektionen zu bestimmen. - erworbenes theoretisches Wissen und fachspezifische praktische Kenntnisse zur Lösung von analytischen Problemstellungen anzuwenden.
Inhalt	1. Probennahme und Probenvorbereitung für Wasser und Bodenuntersuchungen. 2. Anreicherungs- und Extraktionstechniken - SPE - SPME - LSE - Sonication - ASE 3. Chromatographische Techniken - GC - HPLC - ICDetektorkopplung (MS, tandem-MS, HR-MS, DAD) 4. Qualitative und quantitative Auswertung der Untersuchungsergebnisse. 5. 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

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Analytische Chemie – NMR-Spektroskopie**		
Kürzel		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) Schwerpunkt: E. T. (hier Fach: PC) M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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	Englisch, Deutsch,
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	Teilleistung Versuche: Versuchsdurchführungen mit benoteten Versuchsprotokollen (70 % der Abschlussnote) Teilleistung Prüfung: Prüfungsvortrag mit Diskussion im Abschlusskolloquium (30 % der Abschlussnote) Für das Praktikum besteht die Pflicht, die o.g. Leistungen im vorgegebenen Zeitraum zu erbringen. Im Fall begründeter Fehlzeiten, z. B. aufgrund einer durch ärztliches Attest nachgewiesenen Krankheit, können 10 % des Praktikums durch Wiederholung ausgeglichen werden. Bei längeren Fehlzeiten muss das gesamte Praktikum wiederholt werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

Lernziele	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu modernen ein- und multidimensionalen NMR-Methoden sowie neuesten NMR-Geräten. Sie können Probenvorbereitungen, verschiedene Messmethoden, Prozessieren der Messdaten, Spektrendarstellungen und Spektreninterpretationen eigenständig durchführten.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - fortgeschrittene und moderne NMR-Methoden zu erklären und gemäß der Problemstellung auswählen zu können. - Hard- und Software selbstständig zu bedienen. - Proben für die NMR-Analytik vorzubereiten. - das erworbene theoretische und praktische Wissen zur Erarbeitung von analytischen Lösungsstrategien, die auf Grundlagen von Physik und Mathematik basieren, für die Bearbeitung von Problemstellungen zu nutzen. - Grundlegende NMR-Messmethoden am Gerät eigenständig durchzuführen - aus gegebenen NMR-Spektren sinnvolle Strukturvorschläge bzw. Charakterisierungen für die untersuchten Substanzen abzuleiten. - verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen beim Umgang mit hohen Magnetfeldern zu handeln. - 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.
Inhalt:	<u>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: 1. die manuelle und automatische Bedienung eines NMR-Gerätes einschließlich Probenvorbereitung 2. Vorbereitung eines NMR-Experimentes mittels Tunen, Locken, Shimmen 3. Aufsetzen eines NMR-Experimentes 4. Optimierung der erforderlichen Messparameter - Pulse, - Digitalisierung

	- Auflösung - Empfindlichkeit - etc. 5. Durchführung von 1D- und 2D-Messungen 6. T1- und T2-Relaxationsmessungen 7. Prozessieren der NMR-Daten - geeignete Wahl der Wichtungsfunktionen - Zerofilling, - linear Prediction - Phasen- und Basislinienkorrekturen - Integration - etc 8. Spektrendarstellung 9. Spektrenanalyse <u>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 - H.Friebolin, One- and Two-dimensional NMR Spectroscopy, Wiley-VCH, 1998 - Nutzermanuals - Fachliteratur

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie: Molekülchemie** ***Molecular Chemistry***		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	JProf. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	JProf. Dr. M. M. Hansmann und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Das Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Organische Chemie benötigt,

	muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Bei der Mitarbeit an einem kleinen anspruchsvollen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe erwerben die Studierenden die theoretischen und handwerklichen Kompetenzen zur Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Synthesesequenz in der organischen Synthesechemie. Die Studierenden erlernen die neusten Methoden aus der Forschung, die selbstständige Bearbeitung eines Projekts, die Bewertung der erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur sowie die Zusammenfassung und Diskussion ihrer Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Vortrag. Im Seminar erarbeiten sich die Studierenden Kenntnisse über aktuelle Teilgebiete der organischen Molekülchemie und präsentieren Ihren Vortrag im Rahmen des Seminars.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne experimentelle Arbeitstechniken der Organischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - spezielle Arbeitstechniken aus der Organischen Chemie, Metallorganischen und Hauptgruppenchemie, der Fotochemie, Elektrochemie und der Asymmetrischen Synthese sicher praktisch umzusetzen und Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung niedermolekularer organischer Verbindungen sicher praktisch durchzuführen. - moderne analytische und spektroskopische Methoden auf die jeweilige Forschungsfrage anzuwenden. Dies kann elektrochemische oder spektroskopische Methoden beinhalten, wie z. B. NMR, EPR, UV-Vis/NIR, CV, Spektroelektrochemie etc. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren.

	- die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Organischen Chemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - Lösungsstrategien für Fragestellungen der Organischen Synthesechemie zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbstständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen Fragestellung aus dem Forschungsfeld der Arbeitsgruppe, wie z. B. von neuen organischen Redoxsystemen und deren Anwendung in der Fotoredoxkatalyse und organischen Batterien, strukturell und elektronisch ungewöhnlicher organischer Verbindungen (z.B. ylidisch polarisierter Olefine, ungesättigter Diazoverbindungen), neuer Hauptgruppenverbindungen, organischer Radikale und Diradikale. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, interpretiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie: Synthesewissenschaft** ***Science of Synthesis in Theory and Practice***		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chem. Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Wahlpflichtpraktikum Organische Chemie: Synthesewissenschaft	P	7	8	120 h	90 h
2	Seminar zum Wahlpflichtpraktikum Organische Chemie: Synthesewissenschaft	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*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studienleistungen und Prüfungsleistung	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Das Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum

	im Fach Organische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Bei der Mitarbeit an einem Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe von angemessenem Schwierigkeitsgrad erwerben die Studierenden die theoretische und handwerkliche Kompetenz zur Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Zielmolekül-orientierten Synthesesequenz. Die Lernziele werden durch die Beschäftigung mit synthesewissenschaftlichen Fragestellungen aus den Forschungsgebieten der Naturstofftotalsynthese, der Funktionsmolekülsynthese oder der Synthesemethodenentwicklung erreicht. Im Seminar beteiligen sich die Studierenden am wissenschaftlichen Diskurs über aktuelle Fragestellungen der Synthesewissenschaften und präsentieren Ihren Vortrag.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne experimentelle Arbeitstechniken der Organischen Chemie anhand einer synthesewissenschaftlichen Fragestellung auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. Das experimentelle Arbeiten mit Gefahrstoffen unter Luft- und Feuchtigkeitsausschluss, unter Hoch- und Tieftemperaturbedingungen sowie im Feinvakuum wird beherrscht. Spezielle Arbeitstechniken aus der Metallorganischen und Elementorganischen Chemie, der Fotochemie und der Asymmetrischen Synthese wurden erlernt. Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung niedermolekularer organischer Verbindungen werden beherrscht. - eine computergestützte Literaturrecherche durchzuführen und die kontextuale Bedeutung und Tragfähigkeit recherchierter Informationen zu beurteilen. - mit dem erworbenem retrosynthetischen und reaktionsmechanistischen Wissen Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und deren Erfolgsaussichten im Sinne eines wissenschaftlichen Risikomanagements zu bewerten. - Experimente unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext des zeitgemäßen wissenschaftlichen Erkenntnisstands einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen,

	welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht, und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein Projekt angemessenen Schwierigkeitsgrads zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - Lösungsstrategien für synthesewissenschaftliche Fragestellungen zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen synthesewissenschaftlichen Fragestellung aus dem Forschungsfeld der Zielmolekülsynthese bzw. der Synthesemethodenentwicklung. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an aktuellen Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, interpretiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Handschriftliches Labortagebuch; schriftlicher Abschlussbericht; Powerpoint-Präsentation; Tafel-gestützte Diskussion fachwissenschaftlicher Fragestellungen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung	Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie: Nachhaltige Synthese** ***Sustainable Synthesis***			
Kürzel	MPR			
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. N. Krause
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Das Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres

	Wahlpflichtpraktikum im Fach Organische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Bei der Mitarbeit an einem kleinen anspruchsvollen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe erwerben die Studierenden die theoretischen und handwerklichen Kompetenzen zur Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Synthesesequenz in der organischen Synthesechemie. Die Studierenden erlernen die neusten Methoden aus der Forschung, die selbstständige Bearbeitung eines Projekts, die Bewertung der erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur sowie die Zusammenfassung ihrer Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung. Im Seminar erarbeiten sich die Studierenden Kenntnisse über aktuelle Teilgebiete der organischen Synthesechemie und präsentieren Ihren Vortrag im Rahmen des Seminars.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne experimentelle Arbeitstechniken der Organischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - spezielle Arbeitstechniken aus der nachhaltigen Synthesechemie sicher praktisch umzusetzen und Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung niedermolekularer organischer Verbindungen sicher durchzuführen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Organischen Chemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher

	Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - Lösungsstrategien für Fragestellungen der Organischen Synthesechemie zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbstständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen Fragestellung aus dem Forschungsfeld der Nachhaltigen Synthesechemie. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, interpretiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Organische Chemie: Polymersynthese und Charakterisierung** ***Synthesis and Characterization of Polymers***		
Kürzel		MPR		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Weberskirch
Dozent(in)	Prof. Dr. R. Weberskirch und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen	–
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.

	Das Wahlpflichtpraktikum kann nur einmal erfolgreich abgeschlossen werden. Wird ein weiteres Wahlpflichtpraktikum im Fach Organische Chemie benötigt, muss dieses in einem anderen Arbeitskreis durchgeführt werden.
Lernziele	Bei der Mitarbeit an einem kleinen anspruchsvollen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe erwerben die Studierenden die theoretischen und handwerklichen Kompetenzen zur Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Synthesesequenz in der Polymersynthesechemie. Die Studierenden erlernen die neusten Methoden aus der Forschung, die selbstständige Bearbeitung eines Projekts, die Bewertung der erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur sowie die Zusammenfassung und Diskussion ihrer Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Vortrag. Im Seminar erarbeiten sich die Studierenden Kenntnisse über aktuelle Teilgebiete der Polymerchemie und präsentieren Ihren Vortrag im Rahmen des Seminars.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne experimentelle Arbeitstechniken der Polymersynthese zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. Das experimentelle Arbeiten mit Gefahrstoffen unter Luft- und Feuchtigkeitsausschluss, unter Hoch- und Tieftemperaturbedingungen sowie im Feinvakuum wird beherrscht. - spezielle Arbeitstechniken aus der Polymersynthese sicher praktisch umzusetzen sowie Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung niedermolekularer organischer und polymerer Verbindungen sicher durchzuführen. - eine computergestützte Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren.

	- die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Polymerchemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen. - Lösungsstrategien für Fragestellungen der Polymerchemie zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbstständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Mitarbeit an einer aktuellen experimentellen Fragestellung aus dem Forschungsfeld der Polymerchemie. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an aktuellen Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, interpretiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Physikalische Chemie**		
Kürzel		MPR		
Turnus Jährlich im SoSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV).
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.
Lernziele	Die Studierenden erlernen im Praktikum modernste Arbeitsmethoden in den verschiedenen Arbeitsgruppen der Physikalischen Chemie. Im Rahmen des Seminars arbeiten sich die Studierenden in ein aktuelles Spezialgebiet der Physikalischen Chemie ein und stellen die Ergebnisse in einem Vortrag dar.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - modernste physikalisch-chemische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen für die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten zu nutzen. - physikalisch-chemische Problemstellungen logisch zu analysieren und in geeignete experimentelle Versuchsaufbauten umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren, kritisch zu werten und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form von Versuchsprotokollen auszuarbeiten, welche formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Die Versuche des Praktikums werden in den verschiedenen Arbeitsgruppen der Physikalischen Chemie an Forschungsapparaturen mit wechselnden Themen durchgeführt. Die Betreuung erfolgt durch wissenschaftliche Mitarbeiter*innen des betreffenden Forschungsgebietes. Inhalte des Praktikums sind z.B.: 1. Computerchemie: - Quantenchemische Rechnungen - Solvatationsphänomene - Simulationsverfahren 2. Röntgen-Kleinwinkelstreuung - Strukturaufklärung großer Biomoleküle in Lösung 3. NMR-Spektroskopie - 2D-NMR-Spektren - Relaxation 4. EPR-Spektroskopie - Hyperfein-Wechselwirkung - Einfluss der Molekülbewegung und des Lösungsmittels
Medienformen	Seminar: Powerpoint-Präsentation

Literatur	Versuchsskripte. Die erforderliche Spezialliteratur wird den Studierenden bei der Aufgabenstellung angegeben.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Biophysikalische Chemie**		
Kürzel		MPR		
Turnus Jährlich im WiSe	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioPC

Modulstruktur

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. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff, Prof. Dr. S. Raunser
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV).
Empfohlene Voraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltungen: Biophysikalische Chemie – Methoden und Anwendungen (MBIO4 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.
Lernziele	Die Studierenden erlernen im Praktikum den Einsatz modernster Arbeitsmethoden der Biophysikalischen Chemie am Lehrstuhl für Physikalische Chemie I (Biophysikalische Chemie) und werden dabei durch wissenschaftliche Mitarbeiter:innen des betreffenden Forschungsgebietes betreut. Im Rahmen des Seminars erarbeiten sich die einzelnen Studierenden ein modernes Spezialgebiet der

	Physikalischen Chemie und stellen die Ergebnisse in einem Seminarvortrag dar.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - modernste physikalisch-chemische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen für die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten zu nutzen. - physikalisch-chemische Problemstellungen logisch zu analysieren und in geeignete experimentelle Versuchsaufbauten umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren, kritisch zu werten und zu interpretieren. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Biophysikalischen Chemie einordnen zu können und die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich präsentieren zu können. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Die Versuche des Praktikums werden in den verschiedenen Arbeitsgruppen der Physikalischen Chemie an Forschungsapparaturen mit wechselnden Themen durchgeführt. Die Betreuung erfolgt durch wissenschaftliche Mitarbeiter*innen des betreffenden Forschungsgebietes. **Angewandte Techniken, z.B.:** 1. CD-, FTIR-, UV-, Fluoreszenz-Spektroskopie 2. Differenz-Scanning-Kalorimetrie 3. Röntgen-, Licht-Streuung 4. Langmuir-Filmwaage 5. MD-Computersimulation 6. Kryo-Elektronen-Mikroskopie **Versuchsthemen, z.B.:** 1. Analyse der Sekundär- und Tertiärstruktur von Proteinen in Lösung 2. Konformationsumwandlungen von Biopolymeren (Lipide, Proteine, DNA) 3. Einfluss von Temperatur und Cosolventien auf die Struktur gelöster Proteine

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**		
Turnus Permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / Biomol. Mod.

Modulstruktur

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*innen
Sprache	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 Betreuenden ermöglicht.
Lernziele	Die Studierenden erlernen im Praktikum neueste Methoden und Arbeitstechniken im Bereich der Theorie und computergestützten Modellierung molekularer Systeme und ihre Anwendung auf biologisch-chemische Fragestellungen. Hierzu werden konkrete Probleme von den Studierenden bearbeitet, die sich an den aktuellen Fragestellungen der Arbeitsgruppe anlehnen. Im Rahmen des Seminars erarbeiten die einzelnen Studierenden ein aktuelles

	Teilgebiet der Theorie und stellen die Ergebnisse in einem Seminarvortrag dar.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - für ein gegebenes Problem die angemessenen theoretischen Methoden auszuwählen sowie selbstständig die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Modellierungsverfahren, insbesondere bei biochemischen und biophysikalischen Problemen, einzuschätzen, - physikalisch-chemische Problemstellungen logisch zu analysieren und in geeignete Modellierungsverfahren umzusetzen, - die für die Nutzung der vermittelten Modellierungsverfahren notwendigen Programmiertechniken zu beherrschen, - die bei Modellierungen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren sowie kritisch zu werten und zu interpretieren, - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen, - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Physikalischen Chemie einzuordnen sowie die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht, und mündlich zu präsentieren, - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zu diskutieren und zusammenzuarbeiten.
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: 1. Umgang mit atomaren Strukturdaten 2. Homologiemodellierung 3. Geometrieoptimierung 4. Vibrationsanalyse 5. Moleküldynamiksimulation 6. Monte-Carlo-Simulation 7. Vergröberte Modelle 8. Solvatationsmodellierung 9. Quantenchemische Berechnungen 10. Datenanalyse und -modellierung 11. 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, 3rd Ed., Wiley, 2017. Ausgewählte Artikel aus Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Technische Chemie (Arbeit im Forschungslabor)**		
Kürzel		MPR		
Turnus Jederzeit nach Absprache	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. D. Vogt
Dozent(in)	Prof. Dr. D. W. Agar, Prof. Dr. D. Vogt, Dr. T. Seidensticker
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme und Vortrag im Praktikumsseminar, Ausarbeitung eines Berichtes, Bewertung des schriftlichen Berichtes, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen in diesem Praktikum die konkrete wissenschaftliche Arbeit an einem Lehrstuhl der Technischen Chemie durch praktische Mitarbeit, indem sie ein kleines Forschungsprojekt selbständig bearbeiten und anhand der Literatur bewerten.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - moderne chemisch-technische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Vorlesungen gewonnenen Kenntnissen für die

	selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten zu nutzen. - aktueller Publikationen aus der technischen Chemie zu verstehen und zu bewerten. - moderner Konzepte der technischen Chemie in Versuchsaufbauten und Versuchsplänen umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren sowie kritisch zu werten und zu interpretieren. - gemachten Beobachtungen in den Kenntnisstand der technischen Chemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Versuchsprotokolls auszuarbeiten, welche formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren und den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln. - mit Chemieingenieuren interdisziplinär zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Eine kleine, 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: 1. Lehrstuhl für Technische Chemie : - Homogene Katalyse, - Umsetzung nachwachsender - natürlicher Rohstoffe - Tandem Reaktionen 2. Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik: - Heterogene Katalyse, - Reaktionstechnik
Medienformen	Berichte; Diskussionen
Literatur	zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Medizinische Chemie**		
Kürzel		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: MC

Modulstruktur

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. D. Rauh
Dozent(in)	PD Dr. A. Brunschweiger, Prof. Dr. P. Czodrowski, Prof. Dr. D. Rauh, Prof. Dr. S. M. Kast
Sprache	Deutsch, Englisch
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

Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sollte der/die Studierende: - die Bedeutung von kleinen bioaktiven Molekülen für die Themenfelder Chemische Biologie, Biotechnologie und Biomedizin kritisch einordnen zu können. - computergestützter Methoden mit chemischen und biologischen Fragestellungen verknüpfen zu können. - eine Datenbankrecherche durchzuführen und computerbasierte Methoden des rationalen Wirkstoffdesigns selbstständig anwenden zu können. - die Analytik von kleinen Molekülen mittels NMR und LC-MS eigenständig durchzuführen und die erhaltenen Daten auszuwerten. - Synthesen und Testung von Enzym-Inhibitoren zu planen und auszuführen. - ADME-Parametern zu erklären und Methoden zu ihrer Ermittlung (z.B. HPLC-Analytik) sicher anwenden zu können. - Arbeiten im Labor unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften sowie der GMP- und GLP-Regeln selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren.
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 2. 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 3. 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		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: SoC M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / BioOC

Modulstruktur

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)	Hochschullehrende der Chemischen Biologie (Für das jeweilige Semester siehe Aushang der Chemischen Biologie)
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV). 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.
Lernziele	Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse der Prinzipien und Methoden der bioorganischen Chemie und können diese Kenntnisse sicher in Theorie und Praxis anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - modernen Arbeitstechniken der Bioorganischen Chemie zu erläutern, nach den praktischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützte Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Arbeiten im Labor unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Bioorganischen Chemie einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	1. Verknüpfung von chemischen und biologischen Arbeitstechniken, Fragestellungen und Ideen 2. Nutzung der Expertise der Chemie zur Beantwortung biologischer Fragen 3. Nachweis von DNA-Punktmutationen 4. Synthese und Charakterisierung von kovalenten Oligonucleotid-Streptavidin Konjugaten und ihre Anwendung bei DDI 5. *In silico* Entwicklung eines Proteinliganden 6. Posttranslationale Modifikationen von Proteinen und ihre Bedeutung für die Signaltransduktion

	7. Proteom-Analyse 8. Kombinatorische Synthese von Substanzbibliotheken und Nachweis der biologischen Aktivität 9. Testsysteme, mit denen Wechselwirkungen zwischen kleinen Molekülen und Proteinen untersucht werden können
Medienformen	Tafelbilder, Folien, Powerpoint-Präsentation, Praktikumsskript
Literatur	1. Waldmann, Janning, „Chemical Biology – A Practical Course“, Wiley-VCH 2. Waldmann, Janning, „Chemical Biology – Learning through Case Studies“, Wiley-VCH 3. Allgemeine Lehrbücher der organischen Chemie (z.B.: Vollhardt, „Organische Chemie“, Wiley-VCH) und der Biochemie (z.B.: Voet, Voet, „Biochemie“, Wiley-VCH)

Modulbezeichnung		Wahlpflichtpraktikum **Systembiologie**		
Kürzel		MPR		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 9	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemische Biologie Fach: ZB / Systembiol.

Modulstruktur

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. P. Bieling, Dr. L. Dehmelt, Dr. M. Schmick, Dr. C. Schröter
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV).
Empfohlene Voraussetzungen	Systembiologie Vorlesung (WV) Bachelormodule Chemische Biologie zur Zellbiologie und zur Mathematik
Studien-/ Prüfungsleistungen	Klausur, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen der Biochemie von Protein-Dynamik und -Interaktionen auf Nanometer-Skala und (Selbst-)Organisation von multizellulären Verbänden in verschiedenen Versuchen praktisch zu erarbeiten. Hervorgehoben werden hierbei Beispiele von biochemischen Oszillatoren, die computergestützte Auswertung von (Bild-)Daten und versuchsbegleitende Simulation biologischer Systeme.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,

	- aktuelle systembiologische Fragestellungen zu analysieren. - systembiologische Prozesse auf der Basis von Molekularbiologie, Zellbiologie, Biochemie, Biophysik und Mathematik zu erklären und einzuordnen. - mikroskopische Messungen zur zellulären Aktivität verschiedener Proteine und deren Wechselwirkungen durchzuführen, quantitativ zu analysieren und dann im Rahmen einer mathematischen Modellierung zu bewerten. - aktuelle Methoden der Molekularbiologie, der Zellbiologie, der Mikroskopie und Mikro-Spektroskopie zu erläutern und anzuwenden, sowie die Ergebnisse systembiologisch zu analysieren. - Arbeiten im Labor unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - die erzielten Ergebnisse in einer gemeinsamen Präsentation fachsprachlich korrekt zu vermitteln.
Inhalt	1. Computergestützte Bild- und Datenverarbeitung; Simulation biologischer System 2. Der Repressilator als Beispiel für oszillierende Gen-Expression 3. Die oszillierende Aktivität des Erk-Proteins 4. Rekonstitution molekularer Motoren und Filamentpolymerisierung 5. Anregbare Systeme: Die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion und Dictyostelium discoideum
Medienformen	Powerpoint-Präsentation; über Moodle: Skripte, Übungszettel, Protokolle und begleitende Literatur als pdf
Literatur	ausgewiesene Fachliteratur (Primärliteratur)

Modulbezeichnung	**Wahlpflichtpraktikum** Fortgeschrittene Methoden der Protein-Modifikation und Strukturanalyse
Kürzel	MPR

Turnus	**Dauer**	**Studiensemester**	**Credits**	**Zuordnung Curriculum**
permanent möglich	1 Semester	1 bis 4	9	M. Sc. Chemische Biologie Fach: CB / Rekomb. DNA u. Protein-Expression

Modulstruktur

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. M. Müller
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Vorliegen des Sachkundenachweises nach § 5 der Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV).
Empfohlene Voraussetzungen	Praktische Kenntnisse in der Mikrobiologie und Biochemie
Studien-/Prüfungsleistungen	Teilleistung 1 (Versuche): Antestate, Versuchsdurchführung, benotete Protokolle (50 %) Teilleistung 2 (Prüfung): schriftliche Eingangsprüfung und benotete mündliche Abschlussprüfung (50 %). Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben fortgeschrittene Kenntnisse der Proteinexpression, - modifikation und –kristallisation und können diese eigenständig anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die Bedeutung des Studiums von Proteinen für biochemische und biologische Fragestellungen sowie für die Themenfelder Biotechnologie und Biomedizin kritisch einzuordnen.

	- fortgeschrittene molekularbiologische, biochemische und strukturbiologische Methoden für das Studium von Proteinen zu erläutern und das erworbene Wissen sicher praktisch anzuwenden. - Arbeiten im Labor unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Teil 1: Chemische Protein-Modifikation I: 1. Expression mit erweitertem genetischem Code (Einbau unnatürlicher Aminosäuren durch Amber-Suppression) 2. Klonierung von Gen-Fragmenten in Expressionsvektoren durch PCR, Restriktionsverdau und Ligation 3. Trans- formation von *E. coli* 4. Proteinexpression und -reinigung 5. Analyse des modifizierten Proteins Teil 2: Chemische Protein-Modifikation II: 1. Native Chemische Ligation 2. Expression und Reinigung eines Intein-Fusionskontruktes 3. Bildung des Proteinthioesters 4. Ligation mit Peptid 5. Analyse des modifizierten Proteins Teil 3: Kristallisation eines Proteins: 1. Ansetzen der Kristallisationsversuche 2. Aufnahme und Auswertung der Röntgendiffraktionsdaten 3. Bestimmung und Interpretation der Kristallstruktur
Medienformen	Praktikums-Skript, Powerpoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien
Literatur	<u>Allgemein:</u> Molecular cloning: A laboratory manual. J. Sambrook, E. F. Fritsch, and T. Maniatis, ISBN 0879695765 <u>Versuch 1:</u>

	Chemoselective ligation and modification strategies for peptides and proteins. Hackenberger CP, Schwarzer D., Angew Chem 2008;47(52):10030-74. <u>Versuch 2:</u> 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. <u>Versuch 3:</u> Crystallography Made Crystal Clear (Third Edition), Gale Rhodes ISBN: 978-0-12-587073-3 Biomolecular Crystallography, Bernhard Rupp ISBN: 9780815340812

Modulbezeichnung		Seminar zum Schwerpunkt **Chemische Biologie**		
Kürzel		MSE		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 6	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

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)	Hochschullehrende der Chemischen Biologie (für das jeweilige Semester siehe Aushang des Lehrbereichs Chemische Biologie)
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
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 (50 %) und der Note der Klausur (50 %) zusammen.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende und fortgeschrittene Kenntnisse der Chemischen Biologie und können diese zur Lösung praktischer Problemstellungen oder für die Entwicklung eigener Ideen anwenden.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - grundlegende Modelle der Chemischen Biologie zu beschreiben. - für einfache Fragestellungen der Chemischen Biologie Hypothesen aufzustellen und die

	Konzeption ihrer experimentellen Überprüfung durchzuführen. - Fallstudien zu aktuellen Themen der Chemischen Biologie zu analysieren. - sich kritisch mit aktueller Literatur zum Thema, sowohl aus der Primär- als auch aus der Sekundärliteratur, auseinanderzusetzen und in den Kontext der aktuellen Forschung einzuordnen. - sich selbstständig in ein aktuelles Thema aus der Chemischen Biologie einzuarbeiten und das Thema in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit Darstellung der Kernfragen, der experimentellen Herangehensweise, der Ergebnisse zu präsentieren und sich einer kritischen Diskussion zu stellen.
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. Forschungspublikationen, die von den Dozenten zu Beginn des Kurses zur Verfügung gestellt werden.

Modulbezeichnung		Seminar zum Schwerpunkt **Medizinische Chemie – Grundlagen und Strategien der Wirkstoff-Forschung**		
Kürzel		MSE		
Turnus Jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 1 bis 4	**Credits** 6	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Daniel Rauh
Dozent(in)	Prof. Dr. Susanne Brakmann, Prof. Dr. Daniel Rauh, Dr. Matthias Müller
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Biochemie, Zellbiologie, Bioorganische Chemie sowie Medizinische Chemie I und II
Studien-/Prüfungsleistungen	Teilleistung 1 Vortrag: Seminarvortrag anhand von individuell erarbeiteten Publikationen zu einem vorgegebenen Thema und anschließende Diskussion (60 %). Teilleistung 2 Prüfung: Mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung (40 %). Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO. Anwesenheitspflicht: Für dieses Seminar besteht Anwesenheitspflicht. Begründung: 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 Abschlussprüfung. 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.
Lernziele	Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zu Themen und Strategien der modernen Wirkstoff-Forschung und –Entwicklung wie z. B. zu Synthese und Codierung von Wirkstoffbibliotheken, Assayentwicklung, nanoskalige Detektion molekularer Interaktionen, Einzelmolekül-Techniken, DNA- und RNA-Technologien sowie Protein-Technologien.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - aktuelle Ansätze zur Identifizierung neuer Wirkstoffe und Wirkprinzipien sowie von Methoden zu deren Entwicklung bzw. Umsetzung zu beschreiben. - aktuelle Techniken zur individualisierbaren Diagnostik und Analytik zu erklären. - geeignete Ansätze zu Wirkstoff-Design, -Identifizierung und -Entwicklung problemorientiert auszuwählen. - aktuelle Literatur zu verstehen und sich kritisch mit einem ausgewählten Text, auch anhand von Sekundärliteratur, auseinanderzusetzen. - sich selbstständig in ein aktuelles Thema aus der Medizinischen Chemie einzuarbeiten und das Thema in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit Darstellung der Kernfragen, der experimentellen Herangehensweise und der Ergebnisse zu präsentieren sowie sich einer kritischen Diskussion zu stellen.
Inhalt	Aktuelle Themen aus dem Gebiet der - Wirkstoff-Forschung - Medizinischen Chemie - translationalen Chemischen Biologie und Medizin - Biotechnologie
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Handzettel
Literatur	Aktuelle wissenschaftliche Literatur aus dem Gebiet der Wirkstoff-Forschung, Chemischen Biologie, Medizin und Biotechnologie

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Anorganische Chemie** ***Inorganic Chemistry***		
Kürzel		MVMT		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Clever/Prof. Dr. S. Henke/Prof. Dr. A. Steffen/Prof. Dr. C. Strohmann
Dozenten	Prof. Dr. G. Clever/Prof. Dr. S. Henke/Prof. Dr. A. Steffen/Prof. Dr. C. Strohmann und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Deutsch/Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: 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	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (50% der Note) und mündliche Prüfung mit Seminarvortrag und abschließender Diskussion über eigene Projektarbeit (50% der Note) Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes abgelegt werden. Das Abschlussprotokoll soll spätestens 4 Monate nach Beginn des Praktikumsprojektes beim Betreuenden abgegeben werden. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen speziellen Arbeitsmethoden der Anorganischen Chemie und wenden das erworbene Wissen bei der Durchführung einer eigenen Projektarbeit an. Nach Abschluss des Moduls können sie die Ergebnisse des Projekts in einem Seminarvortrag angemessen vorstellen und in den Kontext der wissenschaftlichen Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe einordnen. Sie können ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten zu prozessieren, auszuwerten und zu interpretieren. - computergestützte Berechnungen bezüglich der Struktur und Eigenschaften von Molekülen durchzuführen, die Ergebnisse zu visualisieren und zu Interpretieren. *) - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren, die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren. - selbstständig ein einfaches Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), durchzuführen.

	- erhaltene wissenschaftliche Resultate auszuwerten, zusammenzufassen, in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse einzuordnen und gemäß der „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. *) Dieses Lernergebnis hängt von der entspr. Aufgabenstellung ab.
Inhalt:	<u>1) Praktikum</u> Die Themen orientieren sich an aktuellen Forschungsproblemen und an den spezifischen Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Die Forschungsthemen können u. a. aus den folgenden Gebieten stammen: - Koordinationschemie - Supramolekulare Chemie - Hauptgruppenchemie - Bioanorganische Chemie - Chemie in Wasser - Anorganische Polymere - Metallorganische Chemie - Computational Chemistry Verwendete analytische Methoden (Auswahl): 1. Massenspektrometrie 2. Ionenmobilitätsspektrometrie 3. Infrarotspektroskopie 4. UV/VIS-Spektroskopie 5. Elementaranalyse 6. Schmelzpunktbestimmung 7. Drehwertbestimmung 8. Brechungsindex 9. NMR-Spektroskopie (u. a. der Kerne ^{1}H, ^{13}C, ^{31}P, ^{19}F, ^{119}Sn, ^{29}Si, ^{195}Pt) 10. Einkristallstrukturanalyse 11. Röntgen-Pulverdiffraktometrie <u>2) Seminare:</u> Seminarvorträge über aktuelle Forschungsergebnisse mit anschließender Diskussion.
Medienformen	Labortagebuch, schriftlicher Abschlussbericht, PowerPoint-Präsentation, Tafelbilder, Folien.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften). Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung.
Letzte Änderung	

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Organische Chemie** ***Organic Chemistry***		
Kürzel		MVMT		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: OC Schwerpunkt: M. M. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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, Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. R. Weberskirch, JProf. Dr. M. M. Hansmann
Dozent(in)	Prof. Dr. N. Krause, Prof. Dr. M. Hiersemann, Prof. Dr. R. Weberskirch, JProf. Dr. M. M. Hansmann und wiss. Mitarbeiter*innen
Sprache	Englisch, Deutsch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Teilnahmevoraussetzung für das Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt (Chemie) bzw. im Fach der Masterarbeit (Chemische Biologie) ist: 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	Modulprüfung: Praktikumsprojekt, bestehend aus Versuchsplanung, -durchführung und ausführlichem Abschlussprotokoll (70% der Note) und Prüfungsvortrag mit anschließender Diskussion über das Projekt (30% der Note)

	Der Prüfungsvortrag soll spätestens 6 Monate nach Beginn des Praktikumsprojekts abgelegt werden. Da sich der Vortrag auf das Praktikum bezieht, soll das Abschlussprotokoll spätestens 6 Wochen vor dem Prüfungsvortrag beim Betreuenden abgegeben werden. Es besteht Anwesenheitspflicht in der Seminarveranstaltung, da nur dort das wissenschaftliche Vortragen und der wissenschaftliche Diskurs in einer Publikumsveranstaltung erlernt, geübt und verfeinert werden kann. Diese Qualifikation ist nicht nur wirksam für die Disputation der Masterarbeit, sondern auch berufsqualifizierend. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Bei der Arbeit an einem kleinen anspruchsvolleren Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe des Lehrbereichs Organische Chemie erwerben die Studierenden die theoretischen und handwerklichen Kompetenzen zur selbstständigen Planung, experimentellen Durchführung und Dokumentation einer Synthesesequenz in der organischen Synthesechemie. Im Rahmen des Praktikums erwerben die Studierenden Kenntnisse über spezielle Arbeitsmethoden der Organischen Chemie sowie die neusten Methoden aus der Forschung und können diese selbständig anwenden. Bei der Durchführung des Forschungsprojekts lernen die Studierenden selbstständig ein solches Projekt zum Erfolg zu führen und die erhaltenen Ergebnisse anhand der Literatur zu bewerten. Sie vertiefen ihre Fähigkeit, ihre Ergebnisse gemäß der in der Organischen Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zusammenzufassen, zu präsentieren und zu diskutieren. Im Seminar beteiligen sich die Studierenden am wissenschaftlichen Diskurs über aktuelle Fragestellungen der Organischen Chemie und präsentieren Ihren Vortrag.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach dem erfolgreichen Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - moderne experimentelle Arbeitstechniken der Organischen Chemie zu erläutern, nach den synthetischen Erfordernissen auszuwählen sowie zu bewerten und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - spezielle Arbeitstechniken aus der organischen Synthesechemie sicher praktisch umzusetzen und Verfahren zur Isolierung, Reinigung und Charakterisierung niedermolekularer organischer Verbindungen sicher durchzuführen. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Relevanz, Validität und Sicherheit von Informationen zu bewerten.

	- Syntheserouten eigenständig zu planen, alternative Syntheserouten vorzuschlagen und differenziert zu bewerten. - chemische Synthesen unter Berücksichtigung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften selbstständig durchzuführen, auszuwerten und gemäß den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - geeignete analytische Methoden selbstständig auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methode zu erläutern, die erhaltenen Messdaten selbstständig zu prozessieren, zu analysieren und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Organischen Chemie einzuordnen und zu bewerten. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht, die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten und mündlich zu präsentieren. - selbstständig ein Projekt zu planen und fristgerecht, unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmungen (Arbeitsschutz- und Umweltgesetzgebung), umzusetzen. - Lösungsstrategien für Fragestellungen der Organischen Synthesechemie vorzuschlagen sowie zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbstständig zu recherchieren und die Inhalte vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Arbeit an einer aktuellen experimentellen Fragestellung aus dem Forschungsfeld einer Arbeitsgruppe der Organischen Chemie. Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der Arbeitsgruppe. Der Prüfungsvortrag fast die wesentlichen experimentellen Ergebnisse zusammen, interpretiert diese und stellt die resultierenden Schlussfolgerungen vor.
Medienformen	Schriftlicher Bericht; Diskussionen und Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Literaturempfehlung erfolgt im Rahmen der Lehrveranstaltung

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Physikalische Chemie**		
Kürzel		MVMT		
Turnus permanent möglich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: PC Schwerpunkt: E. T. M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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. R. Linser, Prof. Dr. S. M. Kast, Prof. Dr. C. Czeslik, JProf. Dr. M. Kasanmascheff
Sprache	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) 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	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Ausführliches Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Im Rahmen des Praktikums, welches in einer Arbeitsgruppe des Lehrbereichs Physikalische Chemie durchgeführt wird, erwerben die Studierenden Kenntnisse über modernste

	physikalisch-chemische Arbeitsmethoden und können diese im Rahmen eines kleinen Forschungsprojekts selbständig anwenden. Sie vertiefen Ihre Fähigkeit, ihre Ergebnisse gemäß der in der Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zu präsentieren. Das Thema soll im Fach der Masterarbeit angesiedelt sein.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - modernste physikalisch-chemische Arbeitsmethoden zu erläutern und in Verbindung mit den in den Spezialvorlesungen gewonnenen Kenntnissen für die selbständige Planung und Durchführung von Forschungsexperimenten zu nutzen. - physikalisch-chemische Problemstellungen logisch zu analysieren und in geeignete experimentelle Versuchsaufbauten umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren sowie kritisch zu werten und zu interpretieren. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form von Versuchsprotokollen auszuarbeiten, welche formal den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten. - die Thematik eines wissenschaftlichen Artikels zusammenzufassen, Hintergrundinformationen selbständig zu recherchieren und die Inhalte in einem Seminarvortrag vorzustellen und zu diskutieren.
Inhalt	Das Thema des Forschungsprojektes orientiert sich an den Forschungsthemen und Arbeitstechniken der jeweiligen Arbeitsgruppe. Das Thema soll im Fach der Master-Arbeit angesiedelt sein.
Medienformen	Seminar: PowerPoint-Präsentation
Literatur	Zum Forschungsprojekt ausgewählte Artikel in Fachzeitschriften.

Modulbezeichnung		Forschungspraktikum im Studienschwerpunkt bzw. Fach der Masterarbeit **Technische Chemie**		
Kürzel		MVMT		
Turnus Jederzeit nach Absprache	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: TC Schwerpunkt: E. T.

Modulstruktur

Nr.	Lehrveranstaltung	Typ	CP	SWS	Präsenz-zeit	Eigen-studium
1	Forschungspraktikum	P	7	10	150 h	60 h
2	Seminar	S	3	2	30 h	60 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	Englisch, 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	keine
Studien-/ Prüfungsleistungen	Aktive Teilnahme am Seminar des betreffenden Lehrstuhls, Ausarbeitung eines Berichtes, Bewertung des schriftlichen Berichtes, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden, die den Schwerpunkt Technische Chemie gewählt haben, erwerben in diesem Praktikum durch Bearbeitung eines angemessenen kleinen Forschungsprojektes die experimentellen Voraussetzungen für die erfolgreiche Durchführung der Master-Thesis.

Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Forschungspraktikums sind die Studierenden in der Lage, - die theoretischen und experimentellen Voraussetzungen für eine Masterarbeit in der Technischen Chemie zu erfüllen. - die Planung und Durchführung einer weitgehend selbständigen Forschungsarbeit zu beherrschen. - moderner Konzepte der technischen Chemie in Versuchsaufbauten und Versuchsplänen umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren sowie kritisch zu werten und zu interpretieren - gemachten Beobachtungen in den Kenntnisstand der technischen Chemie einzuordnen. - die Ergebnisse in einem Bericht so darzustellen, dass dieser den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation genügt. - aktueller Publikationen aus der technischen Chemie zu verstehen und zu bewerten. - moderner Konzepte der technischen Chemie in Versuchsaufbauten und Versuchsplänen umzusetzen. - die bei den Versuchen erhaltenen Daten korrekt auszuwerten, zu präsentieren sowie kritisch zu werten und zu interpretieren - gemachten Beobachtungen in den Kenntnisstand der technischen Chemie einzuordnen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren und den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln. - mit Chemieingenieuren interdisziplinär zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Eine kleine, 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: 3. Lehrstuhl für Technische Chemie : - Homogene Katalyse, - Umsetzung nachwachsender - natürlicher Rohstoffe - Tandem Reaktionen 4. 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		MVMT		
Turnus jährlich	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Fach: AnC Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) M. Sc. Chemische Biologie Fach: SoC

Modulstruktur

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
Sprache	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	Teilnahme „Analytische Chemie – Wasser und Boden I“ und „Einführung in die Massenspektrometrie“
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Versuchsprotokoll und Prüfungsvortrag Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse moderner Probenvorbereitungs- und Trennmethoden sowie der

	Funktionsweise analytischer Geräte. Sie führen mit gängigen Methoden der Analytischen Chemie kleine Forschungsprojekte oder Forschungsteilprojekte selbständig durch. Sie vertiefen ihre Fähigkeit ihre Ergebnisse gemäß der in der Analytischen Chemie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zu präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach der erfolgreichen Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die grundlegenden analytischen Trennmethoden und Probenvorbereitungen einzusetzen. - die zur Verfügung stehenden Geräte (insbesondere Massenspektrometer) zu bedienen und die erhaltenen Daten auszuwerten. - das erworbene theoretische Wissen und fachspezifische praktische Kenntnisse zur praktischen Lösung von analytischen Problemstellungen aus dem Teilgebiet der Analytik von Umweltschadstoffen und Naturstoffen anzuwenden. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Kontext der bereits publizierten Erkenntnisse der Analytischen Chemie einzuordnen sowie die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form einer schriftlichen Ausarbeitung zusammenzufassen, welche den Anforderungen einer wissenschaftlichen Publikation entspricht und mündlich zu präsentieren. - eine computergestützten Literaturrecherche durchzuführen und die Validität und Sicherheit von Informationen zu beurteilen. - bei der Erarbeitung von Lösungsstrategien zu diskutieren, den eigenen Standpunkt angemessen zu vermitteln und mit anderen zusammenzuarbeiten.
Inhalt	Das Thema orientiert sich an aktuellen Themen aus der Arbeitsgruppe und soll im Fach der Masterarbeit angesiedelt sein.
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		MVMT		
Turnus Jederzeit nach Absprache	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: CB

Modulstruktur

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	N.N.
Sprache	Englisch, 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	keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Prüfungsvortrag im Hauptseminar und schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben durch die erfolgreiche Teilnahme an diesem Praktikum, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, Kenntnisse spezieller Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie und können diese praktisch anwenden sowie die Ergebnisse, gemäß der in der Chemischen Biologie üblichen Methodik, in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags

	angemessen präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - die modernen Arbeitstechniken der Chemischen Biologie zu erläutern, 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.
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 **Molekulare Zellbiologie**		
Kürzel		MVMT		
Turnus Jederzeit nach Absprache	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: ZB

Modulstruktur

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. P. Bieling, Dr. L. Dehmelt, Dr. C. Schröter
Sprache	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	keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Prüfungsvortrag im Mitarbeiterseminar oder schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt, Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben durch die erfolgreiche Teilnahme an diesem Praktikum, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, Kenntnisse spezieller Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie und können diese praktisch anwenden. Sie vertiefen ihre Fähigkeit, ihreErgebnisse,

	gemäß der in der Chemischen Biologie üblichen Methodik, in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zu präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierende in der Lage, - die modernen Arbeitstechniken der molekularen Zellbiologie zu erläutern, nach den biologischen und chemischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - computergestützte Literaturrecherche durchzuführen. - Experimentelle Strategien zu planen, Alternativen 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 zu erläutern, 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 einzuordnen, 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 gewählten Arbeitskreis ab.
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. Das Thema soll im Fach der Masterarbeit angesiedelt sein.
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		MVMT		
Turnus Jederzeit nach Absprache	**Dauer** 1 Semester	**Studiensemester** 3	**Credits** 10	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chem. Biologie Fach: MC

Modulstruktur

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, PD Dr. A. Brunschweiger
Sprache	Englisch, Deutsch
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	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulprüfung: Prüfungsvortrag im Hauptseminar und schriftliche Ausarbeitung zu dem bearbeiteten Projekt. Wiederholungsmöglichkeiten und Turnus gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erwerben im Modul, das in einer Arbeitsgruppe der Chemischen Biologie durchgeführt wird, Wissen über spezielle Arbeitsmethoden der Chemischen Biologie und sind fähig, ihre Ergebnisse gemäß der in der

	Chemischen Biologie üblichen Methodik in Form einer schriftlichen Ausarbeitung und eines Vortrags angemessen zu präsentieren.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die modernen Arbeitstechniken der Wirkstoffforschung und Medizinischen Chemie zu beschreiben, nach den synthetischen und strukturbiologischen Erfordernissen auszuwählen und diese Arbeitstechniken praktisch umzusetzen. - Computergestützte Literaturrecherchen durchzuführen. - 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. - rekombinanter Proteine darzustellen und aufzureinigen. - Proteine und Protein-Ligand Komplexe zu kristallisieren und deren Struktur zu bestimmen. - geeignete analytische Methoden auszuwählen, die Grenzen und Möglichkeiten der jeweiligen Methoden zu erläutern, 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 einzuordnen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in Form eines Seminarvortrags zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen.
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Medizinischen Chemie und Wirkstoffforschung mit z.B. biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, strukturbiologischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt. Das Thema soll im Fach der Masterarbeit angesiedelt sein.
Literatur	Originalliteratur (Artikel aus Fachzeitschriften).

Modulbezeichnung		**Masterarbeit und Kolloquium (M.Sc. Chemie)**		
Kürzel				
Turnus	**Dauer** 6 Monate reguläre Bearbeitungszeit der Master-Arbeit	**Studiensemester** 4	**Credits** 30	**Zuordnung Curriculum** M. Sc. Chemie Schwerpunkt: M. M. (hier Fach: AC oder OC) Schwerpunkt: E. T. (hier Fach: PC oder TC)

Modulstruktur

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

Modulverantwortliche(r)	Studiendekan/in
Dozent(in)	Betreuer/in der Master-Arbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie.
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit sind neben dem Vorliegen der Zulassung zur Masterprüfung (§ 18 PO) folgende Voraussetzungen nach § 21 (3) der PO: - erfolgreiche Erwerb von 70 Leistungspunkten - der erfolgreiche Abschluss aller Praktika
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/ Prüfungsleistungen	Abschlussarbeit (in der Regel max. 60 DIN-A4-Seiten); fakultätsöffentlichen Disputation mit Vortrag und Diskussion. Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen eine im Umfang angemessene experimentelle oder theoretische Aufgabe aus dem Gebiet der Chemie innerhalb einer vorgegebenen Frist zu strukturieren und auf der Grundlage bekannter Verfahren unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten selbstständig zu bearbeiten und sachgerecht schriftlich darzustellen. Die Studierenden können das selbst durchgeführte Projekt im Rahmen eines Kolloquiums im

	Zusammenhang darstellen, die gewählte Vorgehensweise begründen und in einer Diskussion verteidigen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - das erworbene theoretische Wissen der Chemie und ihrer Nachbardisziplinen zur Erarbeitung von Strategien zur Lösung praktischer Problemstellungen zu nutzen. - wissenschaftliche Literatur zu einem gestellten Thema umfassend zu recherchieren und zu gliedern. - eine wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln verantwortungsbewusst durchzuführen.*) - aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallendes Datenmaterial zu prozessieren, die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Gesamtzusammenhang der bereits vorhandenen (publizierten) Erkenntnisse einzuordnen und zu bewerten. - 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 Vortrag von zeitlich begrenztem Umfang zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen. - gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen. - in einem Forschungslabor kollegial und verantwortungsbewusst mit anderen zusammenzuarbeiten. *) entfällt bei rein theoretischen Arbeiten
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemie mit z. B. anorganischem, organischem, physikochemischen, analytisch chemischem Schwerpunkt.
Literatur	Aktuelle Arbeiten aus den o. g. Bereichen.

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

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

Modulverantwortliche(r)	Studiendekan/in
Dozent(in)	Betreuer/in der Masterarbeit gemäß § 13 der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemische Biologie
Sprache	Englisch
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit sind neben dem Vorliegen der Zulassung zur Masterprüfung (§ 18 PO) folgende Voraussetzungen nach § 21 (3) der PO: - erfolgreiche Erwerb von 74 Leistungspunkten, - der erfolgreiche Abschluss aller Praktika
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Studien-/Prüfungsleistungen	Abschlussarbeit (in der Regel max. 60 DIN-A4-Seiten); fakultätsöffentliche Disputation mit Vortrag und Diskussion, Wiederholungsmöglichkeit gemäß PO.
Lernziele	Die Studierenden erlernen 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. Die Studierenden können das selbst durchgeführte Projekt im Rahmen einer Disputation im Zusammenhang darstellen, die

	gewählte Vorgehensweise begründen und in einer Diskussion verteidigen.
Lernergebnisse und Kompetenzen	Durch die erfolgreiche Beendigung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, - das erworbene theoretische Wissen der Chemischen Biologie und der Nachbardisziplinen zur Erarbeitung von Strategien für die Lösung praktischer Problemstellungen zu nutzen. - wissenschaftliche Literatur zu einem gestellten Thema umfassend zu recherchieren und zu gliedern. - eine wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren. - Experimente vorzubereiten und unter Beachtung von Arbeits- und Umweltschutzregeln verantwortungsbewusst durchzuführen.*) - aus Berechnungen bzw. analytischen Messungen anfallendes Datenmaterial zu prozessieren, die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen. - die erhaltenen wissenschaftlichen Resultate in den Gesamtzusammenhang der bereits vorhandenen (publizierten) Erkenntnisse einzuordnen und zu bewerten. - 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 Vortrag von zeitlich begrenztem Umfang zu präsentieren, die Vorgehensweise zu begründen und in einer Diskussion in einem erweiterten fachlichen Rahmen zu verteidigen. - gestellte Aufgaben eigenverantwortlich und fristgerecht zu erledigen. - in einem Forschungslabor kollegial und verantwortungsbewusst mit anderen zusammenzuarbeiten. *)entfällt bei rein theoretischen Arbeiten
Inhalt:	Durchführung experimenteller oder theoretischer Arbeiten aus dem Gebiet der Chemischen Biologie mit z. B. mikrostrukturtechnischem, biochemischem, molekularbiologischem, bioorganisch-synthetischem, zellbiologischem, biophysikalischem, strukturbiologischem, mikrobiologischem und bioinformatischem Schwerpunkt.
Literatur	Aktuelle Arbeiten aus den o. g. Bereichen.