



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FAKULTÄT
FÜR MATHEMATIK, INFORMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Masterstudiengang Chemie

Modulhandbuch

Gültig ab WS 2021/2022

Stand: 11.04.2024

Übersicht über die Module

Übersicht über die Module	I
Allgemeine Informationen und Abkürzungsverzeichnis	IV
Modulbeschreibungen: Pflichtmodule.....	1
Anorganische Chemie	1
Organische Chemie für Fortgeschrittene	2
Physikalische Chemie für Fortgeschrittene.....	4
Spektroskopie	6
Praktikum	8
Masterarbeit	9
Exkursion	11
Modulbeschreibungen: Wahlpflichtmodule.....	12
Biochemie - Vorlesungsmodul.....	12
Biochemie - Praktikumsmodul	14
Makromolekulare Chemie - Vorlesungsmodul	16
Makromolekulare Chemie - Praktikumsmodul	18
Technische Chemie – Vorlesungsmodul	19
Technische Chemie – Praktikumsmodul.....	21
Nanochemie – Vorlesungsmodul.....	22
Nanochemie – Praktikumsmodul	24
Regenerative Energieumwandlung – Vorlesungsmodul.....	26
Regenerative Energieumwandlung – Praktikumsmodul.....	28
Energie - Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung.....	30
Energie - Vorlesungsmodul	31
Reaktionstechnik.....	32
Synthetische und werkstoffliche Polymerchemie	33
Bioorganisch-analytische Methoden	35
Naturstoffchemie	37
Angewandte Organische Synthese	39
Kristallstrukturanalyse	41
Katalyse: Theorie, Mechanismen und Anwendungen	43
Catalysis: theory, mechanisms and applications.....	43

Polymerchemie in der modernen Industriegesellschaft: Polyurethane	45
HighTech Polymerchemie	47
HighTech Polymerchemie - Praktikumsmodul	48
Wahlpflichtpraktikum	49
Quantenchemie I	50
Quantenchemie II	52
Electronic transport in molecules and nanoscopic systems	54
(Elektronentransport durch Moleküle und Nanoskopische Systeme)	54
Soft (Nano-)Matter - Vorlesungsmodul	56
Soft (Nano-)Matter - Praktikumsmodul	57
Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen	58
Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen – Praktikumsmodul	59
Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik	61
Auslandsaufenthalt	63
Einführung in die Membrantechnologie	64
Surface characterization techniques for chemical and physical analysis of materials	65
Chemistry in confined spaces	66
Chemistry in confined spaces – Lecture module	67
Water in special environments	68
Water in special environments – Lecture module	70
Nachhaltige Erzeugung von Plattformchemikalien	71
Power-to-X Technologien	73
Biohybrid nanostructures – Lecture course	75
Biohybrid nanostructures – Laboratory course	77
Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign	78
Structure-based drug- and proteindesign	78
Data Science (Theorie und Praxis)	80
Zellbiologie	82
Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules A	84
Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules B	86
Latest methods in structure-function-analysis of biomolecules C	88
RNA in health and disease - Lecture	90
RNA in health and disease - Practical Course	91
Massenspektrometrische Protein- und Proteomanalytik - Vorlesungsmodul	92
Massenspektrometrische Protein- und Proteomanalytik - Praktikumsmodul	94
Advanced Proteomics	95
Molekulare Biophysik	97

Einführung in die Zell- und Gentherapie	98
Chromatography for analytics and purification of biomolecules	99
Membranproteine	101
Membranproteine mit Praktikum	102
Elektronen-Kryo-Mikroskopie (KryoEM): Blockseminar mit Übungen.....	103
Angewandte Bioinformatik: Sequenzen	107
Angewandte Bioinformatik: Strukturen.....	109
Quantenphysik/ -chemie	110
Bio- und Nanogrenzflächen	111
Angewandte Chemieinformatik und Wirkstoffentwurf.....	113
Methods in Nanobiotechnology I	114

Allgemeine Informationen und Abkürzungsverzeichnis

Aufbau einer Modulbeschreibung

Modultitel	Name des Moduls				
Modulnummer/-kürzel	CHE ...				
Verwendbarkeit	Beispiel: M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine oder Modul XXX oder Kenntnisse von YYY Empfohlen: keine oder Modul XXX oder Kenntnisse von YYY				
Modulverantwortliche(r)					
Sprache	Hier wird die Sprache des Modulangebots festgelegt				
Qualifikationsziele	<p>Leitfrage: Welche Qualifikationsziele sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben? z. B. im Sinne von:</p> <p>Qualifikationsziele, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/ darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</p> <p>Qualifikationsziele, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</p> <p>Bsp.: „Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls könne die Studierenden spezialisierte Techniken auswählen und einsetzen/Richtlinien modifizieren/die wesentlichen Beiträge von xy auf dem Gebiet xy zusammenfassen/ etc.“</p>				
Inhalt	Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Veranstaltung 1 (Veranstaltungsform, z.B. V) b) Veranstaltung 2 (Veranstaltungsform, z.B. P)				x SWS Y SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Veranstaltung 1 (Veranstaltungsform b) Veranstaltung 2 <u>Rechengrößenvorschlag für V:</u> $Pr = 1,0 * SWS * 14 \text{ Wochen}$ $Se = (1,5 \text{ bis } 2,0) * SWS * 14 \text{ Wochen}$ $PV = ca. 1,0 * SWS$ <u>Rechengrößenvorschlag für P:</u>	LP	P(Std)	S (Std)	PV (Std)

	<p><i>Pr = 1,0 * SWS * 20 Stunden</i></p> <p><i>Se = (1,5 bis 2,0) * SWS * 10 Stunden</i></p> <p><i>PV = entfällt; im Rahmen von Se für Kolloquien etc.</i></p>				
	Gesamtaufwand				
Studien- /Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine / Regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht)</p> <p>Art der Modulprüfung: (z. B.) Klausur, mündliche Prüfung oder Referat, i. d. R. Klausur. Abweichungen werden vor Beginn der Anmeldephase zu den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch</p>				
Dauer	1 oder 2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester oder jedes Sommersemester oder jedes Wintersemester				
Literatur	Angaben zur verwendeten Literatur				

Abkürzungen

FB	Fachbereich
LP	Leistungspunkte (Credit Points)
<i>P</i>	<i>Präsenzzeit</i>
<i>Pr</i>	<i>Praktikum</i>
<i>PV</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
<i>S</i>	<i>Selbststudium</i>
<i>Sem</i>	<i>Seminar</i>
SWS	Semester Wochen Stunden = Stunden pro Woche während der Vorlesungszeit
<i>Ü</i>	<i>Übungen</i>
<i>V</i>	<i>Vorlesung</i>

Modulbeschreibungen: Pflichtmodule

Modultitel	Anorganische Chemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 101				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der Anorganischen Chemie aus dem Bachelor-Studiengang in der Lage weiterführende Fragestellungen zu bearbeiten, indem sie ihnen bekannte Konzepte und Theorien kombinieren und überprüfen, Zusammenhänge herstellen und Lösungsansätze formulieren.				
Inhalt	Organometallchemie, Koordinationschemie, Festkörperchemie, Überblick und vertiefte Einsicht in die Komplexchemie von Haupt- und Nebengruppen. Elektronenbuchhaltung, Wadesche Regel, wichtige Reaktionstypen, ausgesuchte Katalysezyklen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekülchemie und Festkörperchemie (V) b) Reaktionsmechanismen, Strukturchemie (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Molekülchemie und Festkörperchemie	4,5	42	56	37
	b) Reaktionsmechanismen, Strukturchemie	1,5	14	31	
	Gesamtaufwand	6	56	87	37
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Organische Chemie für Fortgeschrittene				
Modulnummer/-kürzel	CHE 102				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. B. W. Stark				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der Organischen Chemie aus dem Bachelor-Studiengang in der Lage, weiterführende Fragestellungen auch aus aktueller Forschung zu bearbeiten. Sie besitzen eingehende Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Synthesechemie komplexer Zielstrukturen sowie klassischer und moderner Heterocyclenchemie. Sie können Synthesen und Synthesepäne zu komplexen und multifunktionellen organischen Verbindungen aus unterschiedlichen Verbindungsklassen analysieren und bewerten. Sie sind darüber hinaus in der Lage, eigenständig strategische Synthesepanungen (beispielsweise zu Heterocyclen sowie Natur- und Wirkstoffen) durchzuführen und jeweils adäquate Schutzgruppenkonzepte zu entwickeln. Sie können basierend auf ihrem erworbenen Fachwissen Reaktionsmechanismen ableiten und so beispielsweise Produktverteilungen und Selektivitäten erklären. Sie beherrschen alle gängigen Methoden zur Aufklärung von Mechanismen und Methoden zur Charakterisierung bzw. Identifikation von Syntheseprodukten, Produktverhältnissen, Intermediaten, Isolaten u. ä. (NMR, IR, MS etc.).</p>				
Inhalt	<p>Strategische Synthesepanung, Schutzgruppenchemie und Schutzgruppenkonzepte. Klassische und moderne Aromaten- und Heterocyclenchemie, Synthesen heterocyclischer Natur- und Wirkstoffe (Klassiker und Beispiele aus aktueller Forschung). Pericyclische Reaktionen, Übergangsmetall-katalysierte Synthesemethoden, Reaktionsmechanismen und Modellvorstellungen (auch bei pericyclischen Reaktionen, Übergangsmetall-katalysierten Transformationen, stereoselektiven Synthesen und Methoden aus dem Bereich der Heterocyclenchemie). Aufklärung von Mechanismen und Identifikation bzw. Analyse von Intermediaten, Produkten (inklusive Isomeren) und Produktgemischen.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Organische Chemie für Fortgeschrittene (V)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung OC-F	6	56	84	40
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine				

Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	E. J. Corey, The Logic of Chemical Synthesis R. W. Hoffmann, Elements of Synthesis Planning L. Kurti, B. Czakó, Strategic Applications of Named Reactions in Organic Synthesis T. Eicher, S. Hauptmann, A. Speicher, The Chemistry of Heterocycles R. R. Gupta, Heterocyclic Chemistry, Vol I & II

Modultitel	Physikalische Chemie für Fortgeschrittene Advanced physical chemistry				
Modulnummer/-kürzel	CHE 103				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Mews				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die wesentlichen Aussagen der kinetischen Gastheorie erklären und haben eine detaillierte Vorstellung von der Energieverteilung und den Stoßprozessen in der Gasphase. Die Studierenden können vibronische und elektronische Übergänge skizzieren, beschreiben und differenzieren. Ferner sind die Studierenden in der Lage, den atomaren/molekularen Aufbau von Festkörpern zu beschreiben, verstehen die Entstehung von Bändern und können Materialeigenschaften, insbesondere optische und elektronische Prozesse im Festkörper, ableiten.				
Inhalt	Kinetische Gastheorie, Geschwindigkeitsverteilung, freie Weglänge, Gruppentheorie, Molekülschwingungen, elektronische Übergänge, Festkörper, Bandstrukturen im Festkörper, tight binding Modell, Elektronengas, nearly free electron Modell, statistische Mechanik, thermodynamische Funktionen, Anwendungen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie für Fortgeschrittene (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie für Fortgeschrittene	4,5	42	56	37
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie für Fortgeschrittene	1,5	14	31	
	Gesamtaufwand	6	56	87	37
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Grundlagen der Physikalischen Chemie, W. J. Moore, de Gruyter Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium
-----------	---

Modultitel	Spektroskopie Spectroscopy				
Modulnummer/-kürzel	CHE 104				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. T. Hackl				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Ziel des Moduls ist das Erlernen und Vertiefen der Theorien und Hintergründe analytischer Verfahren zur Untersuchung von Molekülen verschiedener Molekülklassen. Studierende sollten anschließend in der Lage sein, die richtige Analytik zu ihrer Fragestellung auszuwählen, Ergebnisse aus diesen Analysen zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen und die Struktur unbekannter Moleküle aufzuklären. Neben der Analyse der vorgestellten Verbindungen ist es ein elementarer Teil des Moduls, dass die Studierenden in der Lage sind, das Wissen auch auf unbekannte Verbindungen zu übertragen und durch diesen Transfer auch solche Analysen zu lösen.				
Inhalt	Grundlagen der NMR Spektroskopie, grundlegende physikalische Gleichungen, ¹ H und ¹³ C-NMR-Spektroskopie, das Pulsexperiment, die chemische Verschiebung, Kopplungskonstanten, Karplusbeziehung, Abhängigkeit der Kopplungskonstanten und der chemischen Verschiebung von der chemischen Struktur, dynamische NMR-Spektroskopie, Spektren höherer Ordnung, Inkrementberechnungen der chemischen Verschiebung, T1- und T2-Relaxation, homo- und heteronukleare 2D-Spektroskopie, Grundlagen der NOE-Spektroskopie, NMR-Spektroskopie von Biomolekülen: Kohlenhydraten, Nukleotide und Peptide. Grundbegriffe der Massenspektrometrie, Isotopenmuster, Ladungszustände, Aufbau von Massenspektrometern, Ionisation, Massenanalysatoren, Kopplung an chromatographische Verfahren, Quantifizierung mit der MS, Proteinidentifizierung, Trends in der MS.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Spektroskopie (V) b) Spektroskopie-Vertiefung (V) c) Übungen zur Spektroskopie (Ü)			2 SWS 1 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und	a) Spektroskopie	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 38	PV (Std) 24

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

insgesamt)	b) Spektroskopie-Vertiefung	1,5	21	19	12
	c) Übungen zur Spektroskopie	1,5	21	31	
	Gesamtaufwand	6	56	88	36
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Hesse, Meier, Zeeh; Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie Lambert, Gronert, Shurvell, Lightner; Spektroskopie				

Modultitel	Praktikum				
Modulnummer/-kürzel	CHE 105				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortlicher	Siehe Gutachterliste				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Durch die wissenschaftliche Bearbeitung chemischer Inhalte und Fragestellungen vertiefen die Studierenden ihre fachliche Kompetenz (insbesondere moderner und anspruchsvoller Synthesemethoden oder moderner Techniken und Verfahren) und verknüpfen diese mit weiteren Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Übung eines wissenschaftlichen Vortrags, Literaturrecherche) mit chemischen Inhalten.				
Inhalt	Das Praktikumsmodul wird abhängig von den Vorkenntnissen im Rahmen der Studienberatung vereinbart. Mögliche Inhalte sind: Synthesepraktikum AC/OC, PC-Praktikum, Wahlpflichtpraktikum in BC, TC oder MC sowie Fortgeschrittenenpraktikum.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Praktikum mit Seminar (P + S)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	Praktikum	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art, Dauer und Umfang der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Masterarbeit				
Modulnummer/-kürzel	CHE 132				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Zur Masterarbeit kann zugelassen werden, wer alle Pflichtmodule, außer dem Abschlussmodul, und bis auf eines alle Wahlpflichtmodule erfolgreich abgeschlossen hat. Für das nicht abgeschlossene Wahlpflichtmodul müssen die Studierenden angemeldet sein.</p> <p>Empfohlen: keine</p>				
Modulverantwortliche(r)	Siehe Gutachterliste				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden arbeiten selbstständig wissenschaftlich und vertiefen sich hierbei exemplarisch in ein Gebiet der Chemie in Theorie und Praxis. Sie kennen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis sowie wichtige Veröffentlichungen und Theorien des bearbeiteten Spezialgebietes und wenden dieses Wissen gezielt an.				
Inhalt	Die Studierenden haben unter Anleitung die Fähigkeit zur vertieften selbstständigen wissenschaftlichen Bearbeitung eines aktuellen Themas aus einem Teilgebiet der Chemie in Theorie und/oder Praxis erlernt. Sie kennen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis, haben einen vertieften Überblick über wichtige Veröffentlichungen, experimentelle Erkenntnisse und Theorien des bearbeiteten Spezialgebietes und wenden dieses Wissen gezielt an. Sie können Arbeitspläne zur zielgerichteten Bearbeitung der Aufgabe entwickeln und diese durch Anwendung erlernter fachspezifischer wissenschaftlicher Methoden und Literaturrecherche selbstständig umsetzen. Sie sind in der Lage, in Rücksprache mit ihren Betreuer*innen eigenständig Versuche und/oder Simulationen zu planen. Sie werten Ergebnisse aus und können diese kritisch interpretieren und bewerten sowie kritisch im Vergleich zu wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen diskutieren. Ihre Methodenkompetenz umfasst außerdem die Erstellung eines wissenschaftlichen Berichtes und dessen mündliche Präsentation mit anschließender Diskussion der Arbeit.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen					
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Masterarbeit + Kolloquium	LP 30	P(Std)	S(Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand	30			
Voraussetzungen für die Teilnahme an und Art der Studien- und	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Masterarbeit (benotet, 5/6) und Kolloquium (benotet, 1/6)</p>				

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: siehe Angaben zu <i>Sprache</i>
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modultitel	Exkursion				
Modulnummer/-kürzel	CHE 175				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. W. Pauer				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen unterschiedliche Teilbereiche der chemischen Industrie.				
Inhalt	Exkursion in chemische Großbetriebe				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Exkursion in die chemische Industrie (E)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Exkursion in die chemische Industrie	1	20	8	2
	Gesamtaufwand	1	20	8	2
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Teilnahme an der Exkursion Art der Modulprüfung: Exkursionsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modulbeschreibungen: Wahlpflichtmodule

Modultitel	Biochemie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Biologie: Wahlmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Einführende Veranstaltung in die Biochemie (CHE 008)				
Modulverantwortliche(r)	Dr. P. Ziegel Müller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die allgemeinen Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nukleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Vorgänge. Außerdem können sie moderne Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie erklären.				
Inhalt	In der Vorlesung Biochemie werden Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen dargestellt, sowie der Metabolismus von Kohlenhydraten, Fetten, Aminosäuren und Nukleotiden behandelt. Ausgewählte Proteine (Hämoglobin, Membranpumpen und Kanäle) werden bezüglich ihrer Struktur und Funktion detailliert behandelt. Die zelluläre Koordination wird an Beispielen wie Proteintargeting und -Abbau, Glykosylierung, Signaltransduktion und die molekulare Physiologie an Beispielen wie Muskelaufbau, Immunsystem und Sensorische Systeme (Gehör, Geruch, Geschmack) dargestellt. Außerdem werden Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren, Replikation, Transkription und Translation, Rekombinante DNA-Technologien und Regulation der Genexpression behandelt. In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionssysteme vorgestellt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemie / Biochemistry (V)			2 SWS	
	b) Biochemische Analytik / Biochemical analytics (V)			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemie (V)	3	28	42	20
	b) Biochemische Analytik (V)	3	28	42	20

	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczkom, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag				

Modultitel	Biochemie - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 B				
Verwendbarkeit	B.Sc. Chemie: Wahlmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Biologie: Wahlmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul B.Sc. Computing in Science, Schwerpunkt Biochemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Biochemie – Vorlesungsmodul (CHE 021 A) Empfohlen: Einführende Veranstaltung in die Biochemie (CHE 008)				
Modulverantwortliche(r)	Dr. P. Ziegelmüller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können moderne Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie erklären und diese bei praktischen Fragestellungen anwenden und ihre Ergebnisse interpretieren.				
Inhalt	Es werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemisches Praktikum (P) Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden. Es findet an 18 Tagen zu je 6 Stunden statt.				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemisches Praktikum	6	108	34	38
	Gesamtaufwand	6	108	34	38
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen). Art der Modulprüfung: Mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt,				

	Wiley-VCH
--	-----------

	Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag
--	---

Modultitel	Makromolekulare Chemie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 022 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007, CHE 005, CHE 009, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 071				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen weiterführende Inhalte der Makromolekularen Chemie und können dieses Wissen bei Fragestellungen zur Synthese und Eigenschaften bzw. der Verarbeitung von Polymeren anwenden.				
Inhalte	<p>Es werden die erweiterten Grundlagen der Makromolekularen Chemie vermittelt, mit Schwerpunkten einerseits auf der Synthese von Polymeren (Reaktionsführung, Kinetik, Molmassenverteilung) und andererseits auf der Charakterisierung in Lösung (Knäueldimensionen, Thermodynamik) und in der festen Phase/Schmelze (rheologisch, thermisch, mechanisch). Diverse Polyreaktionen und die jeweiligen Mechanismen werden behandelt, und die Konzepte der Viskoelastizität vertieft. Hierbei werden Polymere, die z.B. in Form von Folien, Fasern, Lacken und Klebstoffen im Alltag Verwendung finden, und funktionale Polymere, wie sie z.B. in der Medizin verwendet werden, exemplarisch beleuchtet.</p> <p>Stichworte: Struktur und Reaktivität von Monomeren, Polymerisationsarten, Strukturprinzipien von Polymermaterialien, Form und Beweglichkeit der Moleküle, Bestimmung der chemischen Struktur, Charakterisierung des Makromoleküls, Bestimmung der Molmassen- und Teilchengrößenverteilung, Mechanik von Polymeren.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V)			3 SWS	
	b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Makromolekulare Chemie	4,5	42	63	30
	b) Übungen Makromolekulare Chemie	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Literatur:	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“
------------	--

Modultitel	Makromolekulare Chemie - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 022 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 022 A Empfohlen: CHE 007, CHE 005, CHE 009, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 071				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen weiterführende Inhalte der Makromolekularen Chemie Sie sind in der Lage Gelerntes praktisch umzusetzen und dabei praktische Problemstellungen in der Makromolekularen Forschung zu untersuchen.				
Inhalte	Im Praktikum Makromolekulare Chemie werden Polymere hergestellt, gereinigt und charakterisiert.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	c) Makromolekular-chemisches Praktikum (P).				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	c) Makromolekular -chem. Praktikum	6	96	50	34
	Gesamtaufwand	6	96	50	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle). Art der Modulprüfung: Mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“				

Modultitel	Technische Chemie – Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 023 A				
Verwendbarkeit	B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007/CT (Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie)				
Modulverantwortliche(r)	Dr. W. Pauer				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Themenfelder der Technischen Chemie darzustellen. Weiterhin können die besprochenen Themenfelder klassifiziert und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbständig Lösungen dazu erarbeitet und evaluiert werden.				
Inhalte	Stoff- und Wärmetransport sowie Verweilzeitverhalten von Reaktoren und deren Einfluss auf das Produktspektrum einer Reaktion, Dimensionsanalyse und Maßstabsvergrößerung, Auslegung technischer Apparate, technische Katalyse, experimentelle Charakterisierung chemischer Reaktoren und praktische Lösung reaktionstechnischer Probleme, Analyse und Modellierung chemischer Reaktionen, statistische Versuchsplanung, Vermittlung weiterer und vertiefender Kenntnisse zu thermischen und mechanischen Grundoperationen. Chemische Prozesse und Verfahrensentwicklung in ausgewählten Beispielen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Technische Chemie (V)			3 SWS	
	b) Übungen zur Technischen Chemie (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Technische Chemie	4,5	42	63	30
	b) Übungen zur Technischen Chemie	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:	A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Stabi)				

	Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“ E. Müller-Erlwein: „Chemische Reaktionstechnik“
--	--

Modultitel	Technische Chemie – Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 023 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 023 A (Technische Chemie) Empfohlen: Modul CHE 007/CT (Einführung in die TMC)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jakob Albert, Dr.-Ing. D. Voß				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte technisch-chemische Arbeitswesen und Charakterisierungsmethoden ebenso wie thermische und mechanische Trennverfahren praktisch anzuwenden. Anhand vorgegebener Fragestellungen werden Experimente selbstständig im zweier Team durchgeführt und eigenständig analysiert. Eigenständige Lösungen werden gefunden und schriftlich dokumentiert, beurteilt und diskutiert.				
Inhalte	Praktische Durchführung von technisch-chemischen Grundoperationen, experimentelle Charakterisierung chemischer Reaktoren und praktische Lösung reaktionstechnischer Probleme: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Prozesssimulation mit Aspen Plus • Thermische Trennung azeotrop siedender Binärgemische (Rektifikation) • Extraktion • Ermittlung kinetischer Daten im Batch-Reaktor • Verweilzeitverhalten der Grundtypen chemischer Reaktoren • Kalorimetrie und Wärme 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Technisch-chemisches Praktikum (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	Technisch-chemisches Praktikum	6	96	50	34
	Gesamtaufwand	6	96	50	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, benotete Testate der Praktikumsprotokolle) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit angeboten.				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:	F. Patat, K. Kirchner: „Praktikum der technischen Chemie“ Berlin: De Gruyter, 1986.				

Modultitel	Nanochemie – Vorlesungsmodul Nanochemistry – lecture module				
Modulnummer/-kürzel	CHE 111 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Weller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage mögliche Synthesewege für Nanokristalle und biokompatible Nanopartikel zu erinnern und diese auf unbekannte Probleme zu übertragen um geeignete Synthesewege zu skizzieren und vorzubereiten. Des Weiteren verstehen die Studierenden die grundlegenden Konzepte der biologischen Markierung und können diese mit den heutzutage verwendeten Methoden der Fluoreszenzspektroskopie und der kernmagnetischen Resonanztomographie verknüpfen, die letzteren zu erklären und die geeignete Methodenwahl im experimentellen Kontext basierend auf diesem Wissen bestimmen. Auch verstehen die Studierenden die Grundlagen der spezifischen Wirkstoffanreicherung und können diese wiedergeben.				
Inhalt	Synthese biokompatibler Nanopartikel, Konzepte der biologischen Markierung und der molekularen Bildgebung, moderne Methoden der Fluoreszenzspektroskopie in der Nanobiochemie, kernmagnetische Resonanztomographie, Synthesekonzepte für nanopartikuläre Kontrastmittel, Grundlagen spezifischer Wirkstoffanreicherung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Nanochemie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Nanochemie	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art, Dauer und Umfang der Modulprüfung: i.d.R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Literatur	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="528 199 1326 309">1. Colloidal semiconductor Q-particles - Chemistry in the transition region between solid-state and molecules H. Weller - Angew. Chem. - Int. Ed. 32, 41 (1993)<li data-bbox="528 327 1326 394">2. Schmid, G. Nanoparticles. (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003). ISBN: 978-3-527-32589-4<li data-bbox="528 412 1326 521">3. Ultrathin PbS Sheets by Two-Dimensional Oriented Attachment Schliehe, C. et al. Science 30, 550 (2010)<li data-bbox="528 539 1326 607">4. Smith, B. R. & Gambhir, S. S. Nanomaterials for In Vivo Imaging. Chem. Rev. 117, 901–986 (2017).
-----------	--

Modultitel	Nanochemie – Praktikumsmodul Nanochemistry – laboratory course				
Modulnummer/-kürzel	CHE 111 B				
Verwendbarkeit	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 111 A Nanochemie - Vorlesungsmodul Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Mews				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage geeignete Methoden zum Lösen experimenteller Fragestellungen zu erinnern und diese im Rahmen eines begrenzten, wissenschaftlichen Forschungsvorhabens anzuwenden. Hierzu gehört das selbstständige Vorbereiten und Planen der eigenen Forschung, welches sowohl eigenständige Informationsermittlung (Literaturrecherche), als auch das gemeinschaftliche Arbeiten innerhalb eines Teams beinhaltet. Die Studierenden sind des weiteren in der Lage die erhaltenen Daten in geeigneter Form aufzubereiten, diese im Hinblick auf das Projektziel zu bewerten und in Form von qualifizierten, wissenschaftlichen Protokollen zu dokumentieren.				
Inhalt	Synthese biokompatibler Nanopartikel, Konzepte der biologischen Markierung und der molekularen Bildgebung, moderne Methoden der Fluoreszenzspektroskopie in der Nanobiochemie, kernmagnetische Resonanztomographie, Synthesekonzepte für nanopartikuläre Kontrastmittel, Grundlagen spezifischer Wirkstoffanreicherung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Praktikum Nanochemie (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Praktikum Nanochemie	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Literatur	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="528 199 1326 309">1. Colloidal semiconductor Q-particles - Chemistry in the transition region between solid-state and molecules H. Weller - <i>Angew. Chem. - Int. Ed.</i> 32, 41 (1993)<li data-bbox="528 327 1326 394">2. Schmid, G. <i>Nanoparticles</i>. (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003). ISBN: 978-3-527-32589-4<li data-bbox="528 412 1326 521">3. Ultrathin PbS Sheets by Two-Dimensional Oriented Attachment Schliehe, C. et al. <i>Science</i> 30, 550 (2010)<li data-bbox="528 539 1326 607">4. Smith, B. R. & Gambhir, S. S. <i>Nanomaterials for In Vivo Imaging</i>. <i>Chem. Rev.</i> 117, 901–986 (2017).
-----------	---

Modultitel	Regenerative Energieumwandlung – Vorlesungsmodul Regenerative energy conversion – lecture module				
Modulnummer/-kürzel	CHE 112 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. H. Heller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur Energieumwandlung in Solarzellen und Brennstoffzellen. Diese dienen den Studierenden bei der selbstständigen, wissenschaftlichen Bearbeitung von physikalisch-chemischen Fragestellungen als Grundlage für nachhaltige Lösungsansätze. Die Studierenden kennen die Typen von Solarzellen und können sie den verschiedenen Generationen zuordnen. Die Studierenden verstehen grundlegende Zusammenhänge der Festkörperphysik und können diese zur Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Solarzelltypen verwenden. Sie können die Leistungsfähigkeit einer Solarzelle anhand eines Ersatzschaltbildes analysieren. Die Studierenden unterscheiden die Typen von Brennstoffzellen und können geeignete Verfahren der dynamischen Elektrochemie auswählen, um ihren Wirkungsgrad zu beurteilen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Festkörperphysikalische Grundlagen der Photovoltaik - Bändermodell im Halbleiter - Dotierung von Halbleitern - p-n Übergang mit Ladungstrennung - Eigenschaften der Solarstrahlung - Solarzellen der ersten, zweiten und dritten Generation - Dynamische Elektrochemie - Transportprozesse und Elektrodenkinetik - Typen von Brennstoffzellen mit ihren Wirkungsgraden - Elektrochemische Untersuchungsverfahren 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Regenerative Energieumwandlung (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Regenerative Energieumwandlung	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)				

der Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Nelson, J. The Physics of Solar Cells, 1st ed.; Imperial College Press: London, 2004 . Schmidt, V. Elektrochemische Verfahrenstechnik, 1st ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003 .

Modultitel	Regenerative Energieumwandlung – Praktikumsmodul Regenerative energy conversion – laboratory course				
Modulnummer/-kürzel	CHE 112 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: CHE 112 A - Regenerative Energieumwandlung – Vorlesungsmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. H. Heller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse und praktische Kompetenzen in Gebieten der physikalischen Chemie, die für die Energieumwandlung in Solarzellen und Brennstoffzellen relevant sind.</p> <p>Die Studierenden führen dazu anspruchsvolle präparative und analytische Experimente durch. Sie kooperieren innerhalb des Teams der gastgebenden Arbeitsgruppe.</p> <p>Die Studierenden organisieren ihre praktische Arbeit im Labor und planen Experimente oder experimentelle Reihen. Dazu recherchieren sie die notwendige Literatur und fassen diese im Protokoll zusammen.</p> <p>In dem Protokoll dokumentieren sie auch die durchgeführten Experimente und bewerten die erarbeiteten Ergebnisse.</p>				
Inhalt	Der Inhalt orientiert sich am konkreten Forschungsprojekt. Eines oder mehrere der folgenden Themen werden dabei abgedeckt: <ul style="list-style-type: none"> - Quantenmechanische und festkörperphysikalische Grundlagen der Photovoltaik - Funktionelle Polymere mit Bezug auf organische Solarzellen - Spektroskopische Untersuchungsverfahren - Chromophore auf Basis von Halbleitermaterialien - Interaktion zwischen Liganden und Oberflächen - Elektrochemische Untersuchungsverfahren 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Forschungspraktikum Regenerative Energieumwandlung (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Forschungspraktikum	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet)				

Prüfungsleistungen	Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Nelson, J. The Physics of Solar Cells, 1st ed.; Imperial College Press: London, 2004 . Schmidt, V. Elektrochemische Verfahrenstechnik, 1st ed.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003 .

Modultitel	Energie - Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung				
Modulnummer/-kürzel	CHE 114				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen Aspekte der Energieumwandlung und Energiespeicherung und können sie erklären. Sie sind in der Lage die energierelevanten Eigenschaften von anorganischen Materialien zu erkennen und ihre Beziehungen zur Festkörperstruktur beschreiben. Sie können die Anwendungen von Materialien in der Energieumwandlung und Energiespeicherung voraussagen. Sie können eigenständig Forschungsarbeiten innerhalb eines Forschungsprojektes planen und durchführen sowie die Ergebnisse strukturiert in einem Vortrag darstellen.				
Inhalt	Moderne Materialien zur Energiespeicherung/-umwandlung, Technologische Grundlagen zur Energiespeicherung/-umwandlung, Wasserstoffspeicherungstechnologien, Lithium-Ionen-Batterien, Lithium-Schwefel-Batterien, Lithium-Luft-Batterien, Strukturchemische und physikalische Aspekte der Gas- bzw. Stromspeicherung in porösen Feststoffen, Kondensatoren (Doppelschichtkondensatoren, Superkondensatoren) Brennstoffzellen (AFC, PEMFC, SOFC), Materialien und Technologien zur thermischen Speicherung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (V)				2 SWS
	b) Fortgeschrittenenpraktikum Energie (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher	3	28	35	27
	b) Fortgeschrittenenpraktikum Energie	6	160	0	20
	Gesamtaufwand	9	188	35	47
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Energie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 114 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierende verstehen Aspekte der Energieumwandlung und Energiespeicherung und können sie erklären. Sie sind in der Lage die energierelevanten Eigenschaften von anorganischen Materialien zu erkennen und ihre Beziehungen zur Festkörperstruktur beschreiben. Sie können die Anwendungen von Materialien in der Energieumwandlung und Energiespeicherung voraussagen.				
Inhalt	Moderne Materialien zur Energiespeicherung/-umwandlung, Technologische Grundlagen zur Energiespeicherung/-umwandlung, Wasserstoffspeicherungstechnologien, Lithium-Ionen-Batterien, Lithium-Schwefel-Batterien, Lithium-Luft-Batterien, Strukturchemische und physikalische Aspekte der Gas- bzw. Stromspeicherung in porösen Feststoffen, Kondensatoren (Doppelschichtkondensatoren, Superkondensatoren) Brennstoffzellen (AFC, PEMFC, SOFC), Materialien und Technologien zur thermischen Speicherung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 35	PV (Std) 27
	Gesamtaufwand	3	28	35	27
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Reaktionstechnik Reaction Engineering				
Modulnummer/-kürzel	CHE 117				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Anorganischen, Organischen und Technischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. J. Albert, Dr. D. Voß				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Vorgehensweisen der chemischen Reaktionstechnik. Sie interpretieren Reaktionsbedingungen anhand derer ein Reaktormodell aufgestellt wird und bearbeiten die Übungsaufgaben selbstständig und kooperativ.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Homogene Katalyse • Mehrphasenreaktionen • Heterogene Katalyse • Reale Reaktoren und Reaktionskontrolle • Industrielle Beispiele und Sicherheit 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Reaktionstechnik (V)				3 SWS
	b) Übungen zur Reaktionstechnik (Ü)				1 SWS
	c) Reaktionstechnik Praktikum (P)				3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Reaktionstechnik	4,5	42	63	30
	b) Übungen zur Reaktionstechnik	1,5	14	21	10
	c) Reaktionstechnik Praktikum	3	140	20	20
	Gesamtaufwand	9	196	104	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 • M. Baerns et al., „Technische Chemie“, Wiley VCH, 2013 				

Modultitel	Synthetische und werkstoffliche Polymerchemie Synthetic and material properties polymer chemistry				
Modulnummer/-kürzel	CHE 118				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 022 Makromolekulare Chemie oder vergleichbare Module Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Analyse der (katalytischen) Bildung von (gesellschaftlich) relevanten Kunststoffen. Vergleichen und Bewerten der zeitlichen Entwicklung von technischen Polymerisationsverfahren und Katalysen an Hand einiger Übersichtsartikel.</p> <p>Kennen und Verstehen von Polymermaterialeigenschaften im Kontext von thermischen, mechanischen und/oder rheologischen Kennzahlen.</p> <p>Anwenden der Kenntnisse bei der Durchführung eines Forschungsprojektes (auch als Teilprojekt eines Forschungsvorhabens) mit chemischen und physikalischen Aufgaben. Beurteilungskompetenz erarbeiten hinsichtlich der Resultate in Relation zum Stand der Technik. Professionelle Berichterstattung erlernen.</p>				
Inhalt	<p>Details der Synthese von üblichen Makromolekülen, Kinetik, Katalyse, Bestimmung der Mikrostruktur, morphologische, thermische, rheologische und mechanische Eigenschaften von Polymeren, Kunststoffverarbeitung und Verwendung. Aktuelle Themen der Werkstoffentwicklung (z.B. „smart materials“).</p> <p>Praktische Synthese von polymeren Werkstoffen/Gelen, Verarbeitung mittels Extrusion (ggf. mittels 3D Druck), Charakterisierung mittels Chromatographie, NMR/IR Spektroskopie u.ä.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Aktuelle Themen der Polymersynthese und Polymerphysik (S) b) F-Praktikum Makromol. Chemie (P)				4 SWS 6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Aktuelle Themen der Polymersynthese und Polymerphysik	6	60	80	40
	b) F-Praktikum Makromol. Chemie	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	12	200	100	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur (benotet, 50 %) und Projektabschluss (benotet, 50 %)</p>				

	Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel	Bioorganisch-analytische Methoden Bioorganic analytical methods				
Modulnummer/-kürzel	CHE 119				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 104 Spektroskopie Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Dr. T. Hackl, Dr. M. Riedner, Prof. Dr. V. Vill				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Ziel des Moduls ist das Erlernen und Vertiefen der Theorien und Hintergründen analytischer Verfahren zur Untersuchung von Biomolekülen. Studierende sollten anschließend in der Lage sein, die richtige Analytik zu ihrer Fragestellung auszuwählen, Ergebnisse aus diesen Analysen zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen. Durch die Besprechung aktueller Publikationen wird die Fähigkeit, Ergebnisse anderer Wissenschaftler*innen zu referieren kritisch zu betrachten, gestärkt.				
Inhalt	LC, GC, MS, NMR, Circular dichroismus, Oberflächenplasmonenresonanz (SPR), Isothermale Calorimetrie (ITC) und Mikroskalare Thermophorese (MST). Moderne analytische Verfahren wie sie in der Organischen Chemie und der Biochemie benutzt werden, um die Strukturen von komplexen Molekülen und deren Wechselwirkungen mit Proteinen und DNA/RNA aufzuklären, werden behandelt. HPLC, GC : Grundlagen der Chromatographie, Chromatographie-Arten: Trennung, Einsatz, Grenzen. MS : moderne Ionisierungsverfahren, Massentrennprinzipien, Identifizierung und Quantifizierung verschiedener Klassen von Biomolekülen. NMR : 2D- und 3D-NMR-Verfahren, Relaxationsphänomene, Sättigungsphänomene. NOE-Spektroskopie, Ligand- und Proteinbasierte Verfahren zur Untersuchung molekularer Wechselwirkungen, Produkt-Operator-Formalismus. CD: Theorie, Oktantenregel, Cotton-Effekt; SPR, ITC, MST : Effekt, Sensitivität, KD-Wert-Bestimmung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Bioorganisch-analytische Methoden (V) b) Seminar zu modernen analyt. Verfahren (S)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) VL Bioorganisch-analytische Methoden	3	38	42	10
	b) Seminar zu modernen analyt. Verfahren	3	18	42	30
	Gesamtaufwand	6	56	84	40

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Bestandener Online-Vortest Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Bioanalytik (Lottspeich), Understanding NMR Spectroscopy (Keeler), Aktuelle Publikationen

Modultitel	Naturstoffchemie	
Modulnummer/-kürzel	CHE 120	
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. B. W. Stark	
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der Organischen Chemie aus dem Bachelor-Studiengang in der Lage, weiterführende Fragestellungen auch aus aktueller Forschung zu bearbeiten. Sie besitzen eingehende Fachkompetenz auf dem Gebiet der Naturstoffchemie und Naturstoffsynthese. Sie kennen alle relevanten Naturstoffklassen (z. B. Kohlenhydrate, Nucleotide, Peptide und Proteine, Alkaloide, Lipide, Polyketide, Aromaten und Terpene), können diese kategorisieren und kennen deren typische Strukturen bzw. Strukturelemente und etwaige Funktionen. Sie sind mit den wichtigsten Biosynthesewegen im Detail vertraut und kennen Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen. Sie kennen Verfahren zur Isolation, Charakterisierung und Strukturaufklärung von Naturstoffen, sonstiger Metabolite und anderer unbekannter Verbindungen oder Intermediate (z. B. aus biologischen Quellen). Sie sind vertraut mit klassischen und modernen Syntheseansätzen und Synthesekonzepten zu allen relevanten Naturstoffklassen und können Synthesen kritisch analysieren und bewerten. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, eigenständig sinnvolle Synthesevorschläge zu allen relevanten Naturstoffklassen zu konzipieren. Die Studierenden sind überdies mit den Grundlagen der Medizinischen Chemie vertraut und kennen die Rolle von Naturstoffen im Bereich der Medizinalchemie sowie die Prinzipien medizinal-chemischer Forschung.</p>	
Inhalt	<p>Es werden die wichtigsten Naturstoffklassen (z. B. Kohlenhydrate, Nucleotide, Peptide und Proteine, Alkaloide, Lipide, Polyketide, Aromaten und Terpene) unter Berücksichtigung der Biosynthese und der chemischen Synthese der entsprechenden Substanzen behandelt. Außerdem werden moderne Methoden zur Isolation und zur Strukturaufklärung vorgestellt. Darüber hinaus werden die Grundlagen der Medizinischen Chemie sowie Verfahren zur Identifikation von Leitstrukturen und Methoden zur Synthese von Substanzbibliotheken besprochen. Im Praktikum werden aktuelle Fragestellungen aus den Bereichen Wirkstoffdesign, Naturstoffchemie und Naturstoffsynthese sowie moderne Synthesechemie bearbeitet.</p>	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Naturstoffchemie (V) b) F-Praktikum Naturstoffchemie (P)	4 SWS 6 SWS

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung Naturstoffchemie	6	56	84	40
	b) F-Praktikum Naturstoffchemie	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	12	196	104	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Angewandte Organische Synthese				
Modulnummer/-kürzel	CHE 121				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Meier				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der Organischen Chemie aus dem Bachelor-Studiengang in der Lage, weiterführende Fragestellungen auch aus aktueller Forschung zu bearbeiten. Sie besitzen eingehende Fachkompetenz im Bereich mehrstufiger Synthesesequenzen und Totalsynthesen mit besonderer Berücksichtigung stereoselektiver Methoden und Katalyseverfahren. Dazu gehört sowohl die Analyse und Bewertung vorgegebener Reaktionssequenzen als auch die eigenständige Planung von Synthesen. Die Studierenden kennen klassische Konzepte der retrosynthetischen Analyse und können diese auf komplexe Zielstrukturen anwenden und berücksichtigen dabei auch stereoselektive Verfahren. Neben Methoden, die in Forschungslaboratorien genutzt werden, sind die Studierenden auch mit Synthesen und Verfahren zur Herstellung von Verbindungen im industriellen Maßstab vertraut und können diese kritisch analysieren. Im Praktikum, das in ein oder zwei Arbeitsgruppen des Instituts für Organische Chemie durchgeführt wird, wird das erworbene Wissen im Rahmen forschungsnaher Projekte praktisch angewendet.				
Inhalt	Moderne, organische Synthesemethoden unter besonderer Berücksichtigung stereoselektiver Verfahren; Konzept der Retrosynthese, retrosynthetischen Analyse und Syntheseplanung; Beispiele aus Totalsynthesen komplexer Zielmoleküle aus Forschungslaboratorien und industriellen Synthesen; praktische Umsetzung und Anwendung in forschungsnahen Projekten in ein oder zwei Arbeitsgruppen des Instituts für Organische Chemie.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Angewandte Organische Synthese (V)			3 SWS	
	b) F-Praktikum Angewandte Organische Synthese (P)			8 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Vorlesung Angew. Org. Synthese	4,5	42	63	30
	b) F-Praktikum Angew. Org. Synthese	7,5	175	5	5
	Gesamtaufwand	12	217	68	35
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: Referat (benotet, 33 %) und Projektabschluss (benotet,				

	67 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	Kristallstrukturanalyse Crystal structure analysis
Modulnummer/-kürzel	CHE 127
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Veranstaltungen zum Thema Festkörper- und Strukturchemie sowie Symmetrie
Modulverantwortliche(r)	Dr. F. Hoffmann
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollten nach Abschluss des Moduls alle Vorgänge, die beim Durchgang von Röntgenstrahlung durch kristalline Materie passieren, verstanden haben und in der Lage sein, diese zu skizzieren.</p> <p>Die Studierenden sollten nach Abschluss des Moduls die Gesamtheit der Merkmale eines Beugungsmusters erklären können.</p> <p>Die Studierenden sollten nach Abschluss des Moduls die wesentlichen Unterschiede beim experimentellen Aufbau und den experimentellen Anforderungen hinsichtlich der Strukturaufklärung von Kleinmolekülen und biologischen Makromolekülen vergleichend erklären können.</p> <p>Die Studierenden sollten nach Abschluss des Moduls ebenso die Limitationen und Möglichkeiten der Struktur-Funktions-Analyse von Biomakromolekülen unter Nutzung moderner Synchrotrone und freier Elektronenlaser benennen und erklären können.</p> <p>Die Studierenden sollten nach Abschluss des Moduls in der Lage sein, die Programme zur Auswertung von Einkristalldatensätzen von kleinen Molekülen und Biomakromolekülen zu bedienen und die Güte der selbständig verfeinerten Strukturmodelle zu beurteilen.</p>
Inhalt	<p>Entdeckung und Natur der Röntgenstrahlung (W.C. Röntgen), erstes Röntgenbeugungsexperiment an Kristallen durch Max v. Laue, Erzeugung von Röntgenstrahlen durch Röntgenröhren, Synchrotronquellen, Spektrum einer Röntgenröhre, Monochromatisierung von Röntgenstrahlen, Entstehung von Beugungsbildern (Streuung und Interferenz), Bragg'sches Gesetz und Miller-Indizes, reales und reziprokes Gitter, Symmetrie des Beugungsmusters, Laueklassen, Friedelsches Gesetz, Ewald-Kugel, Intensität von Röntgenreflexen, Atomformfaktor, Temperaturfaktor, Fehlordnungen, Strukturamplitude und -faktor, Eulersche Formel, vom Beugungsbild zur Kristallstruktur, Raumgruppenbestimmung, systematische Auslöschungen, Fouriertransformationen, Phasenproblem, Patterson-Methode, direkte Methoden, Charge-Flipping-Algorithmus, Aufbau und Funktion von Biomakromolekülen, Methoden zur Erzeugung von Proteinkristallen, Phasierungsmethoden zur Lösung des Phasenproblems bei</p>

	Biomakromolekülen, Iterativer Modellbau und Strukturverfeinerung. Praktischer Umgang mit den Programmen ShelXTL, WinGX, Phenix, Coot und Pymol.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Kristallstrukturanalyse Crystal Structure Analysis (V)				1 SWS
	b) Praktische Übungen zur Kristallstrukturanalyse Practical Exercises of Crystal Structure Analysis (Ü)				2 SWS
	c) Kristallstrukturanalyse von Proteinen Crystal Structure Analysis of Proteins (V)				0.5 SWS
	d) Praktische Übungen zur Strukturanalyse von Proteinen Practical Exercises of Crystal Structure Analysis of Proteins (Ü)				0.5 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Kristallstrukturanalyse	1,5	14	21	20
	b) Praktische Übungen zur Kristallstrukturanalyse	3	28	28	25
	c) Kristallstrukturanalyse von Proteinen	0.75	7	10	5
	d) Praktische Übungen zur Strukturanalyse von Proteinen	0.75	7	10	5
	Gesamtaufwand	6	56	69	55
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	W. Borchardt-Ott, „Crystallography“, Springer, 3rd Edition, 2012 F. Hoffmann, „Introduction to Crystallography“, Springer Nature, 1st Edition, 2020 W. Massa, „Kristallstrukturbestimmung“, Springer Spektrum, 8. Aufl., 2016 Li-Ling Ooi, „Principles of X-ray Crystallography“, Oxford University Press, 1st Edition, 2010 W. Clegg, „Crystal Structure Determination“, Oxford University Press, 2nd Edition, 2015 B. Rupp, „Biomolecular Crystallography“, Garland Science, 1st Edition, 2009				

Modultitel	Katalyse: Theorie, Mechanismen und Anwendungen Catalysis: theory, mechanisms and applications			
Modulnummer/-kürzel	CHE 128			
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul			
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 016, CHE 017, CHE 101 oder vergleichbare Qualifikationen			
Modulverantwortliche(r)	Prof. A. J. v. Wangelin			
Sprache	Deutsch oder Englisch			
Qualifikationsziele	Verständnis der physikalischen und chemischen Grundlagen der Katalyse. Beschreibung und Charakterisierung der verschiedenen Arten von Katalysatoren und katalytischen Reaktionen. Analyse und Beschreibung katalytischer Reaktionsmechanismen mittels theoretischer, spektroskopischer und präparativer Methoden. Analyse und Bewertung bestehender Katalyseprozesse zur Herstellung von Basischemikalien und funktionalisierten Molekülen. Beschreibung von technischen Stoffströmen. Beschreibung von ökonomischen und ökologischen Effizienzkriterien katalytischer Prozesse in Forschung und Produktion. Verständnis komplexer Reaktionsmechanismen und Anwendung auf aktuelle Forschungsthemen der Katalysforschung.			
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick über: - die Grundlagen der Katalyse unter Betrachtung der physikalischen, chemischen und theoretischen Aspekte, - die analytischen, physikalischen und präparativen Methoden der Aufklärung von Reaktionsmechanismen, inkl. Kinetiken, Isotopeneffekte, Stereochemie, Reaktionsverfolgung mittels IR-, UV-Vis und NMR-Spektroskopie, - die Arten von Katalysatoren und deren Charakterisierung - aktuelle Trends in der Katalysforschung am Beispiel von Organokatalyse, Metall-Katalyse und spezieller Aspekte wie Elektro/Photo-Katalyse - technische Katalyseprozesse von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen, Plattformchemikalien und funktionalisierten Feinchemikalien sowie ausgewählten Materialien und Wirkstoffen - spezielle Anwendungen der homogenen Metall-Katalyse und Koordinationschemie bei der Herstellung von organischen Molekülen in Industrie und Labor.			
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Katalyse I: Grundlagen und Anwendungen der homogenen Komplexkatalyse (V)			2 SWS
	b) Katalyse II: Theorie, Spektroskopie und Mechanismen (V)			2 SWS
	c) Aktuelle Trends in der angewandten Katalysforschung (S+P)			5 SWS
Arbeitsaufwand		LP	P(Std)	S(Std)
				PV(Std)

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

(Teilleistungen und insgesamt)	a) Katalyse I	3	28	14	30
	b) Katalyse II	3	28	14	30
	c) Aktuelle Trends	6	150	20	20
	Gesamtaufwand	12	206	44	80
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: Projektabschluss (unbenotet) und mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1-2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	im Sommersemester (V, S, P) und Wintersemester (nur S, P)				

Modultitel	Polymerchemie in der modernen Industriegesellschaft: Polyurethane				
Modulnummer/-kürzel	CHE 129				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. B. Eling				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Besitz der Fähigkeit zur Lösung reaktions- und verfahrenstechnischer Probleme insbesondere bei der Durchführung von Polyreaktionen mit modernen Methoden. Kenntnisse und Kompetenzen zur Anwendung praxisnaher Methoden in der Forschung unter Berücksichtigung Rohstoff, Energie und anderer Ressourcen schonender, nachhaltiger Chemiekonzepte. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Kompetenz zur Lösung technisch-chemischer Probleme, Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Literaturrecherche, strategische Forschungsplanung, Projektmanagement, gesellschaftliche Relevanz nachhaltiger Chemie) mit chemischen Inhalten.				
Inhalt	Polyurethane begegnen uns im täglichen Leben als weiche Polsterschäume, als Wärmedämmstoffe, als elastische Schuhsole, als Automobillenkad u.v.a.m. Die vielseitig einsetzbaren Polyurethane gehören zu den wirtschaftlich wichtigsten Spezialkunststoffen. In der Vorlesung wird vertieft eingegangen auf den folgenden Aspekten: Herstellung der Rohstoffe Polyisocyanat und Polyol; Chemie zur Herstellung von Polyurethanen; Polymorphologie und Netztopologie; Prozess und Schaumbildung; Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Elastomeren, Hart- und Weichschaum. Im Praktikumsteil wird ein Polyester-polyol hergestellt, das anschließend für die Herstellung von Polyurethanelastomeren mit unterschiedlichen Härten verwendet wird. Eine Struktur-Eigenschaftsbeziehung wird aufgestellt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Polyurethanchemie (V) b) Praktikum Polyurethanchemie (P)				2 SWS 3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Polyurethanchemie	3	28	42	20
	b) Praktikum Polyurethanchemie	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine				

der Studien- und Prüfungsleistungen	Art der Modulprüfung: Projektabschluss (unbenotet) und Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	HighTech Polymerchemie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 130 A				
Verwendbarkeit	M.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Pflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen in die Technische und Makromolekulare Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Werner Pauer				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können neue Entwicklungen im Bereich der Polymerforschung und Produktionstechnologien in den entsprechenden beruflichen Kontext einordnen und vorstellen. Sie können die entsprechenden chemischen Prozesse in einen fachwissenschaftlichen Kontext einordnen. Sie können die Grundlagen der Verfahrens- und Apparatechnik wiedergeben und können diese auf industriell relevante Prozesse anwenden. Sie kennen wichtige technische Polymere und ihre Synthesewege und können auf ihre Eigenschaften schließen/ihre Eigenschaften begründet darstellen. Sie verstehen die spezifischen Eigenschaften von Polymer-Netzwerken und können ihre Funktionalität beschreiben.				
Inhalt	Moderne fächerübergreifende Methoden, die zu einer ressourcenschonenden Intensivierung chemischer Prozesse führen, zur Verbesserung der Prozesssicherheit beitragen und inhärent sichere Reaktionsführung ermöglichen, werden vorgestellt und diskutiert. Auf der stofflichen Seite werden Zusatzstoffe für Kunststoffe, Elastomere (Gummi), Polymer-Blends, Harze, Lacke, Kleber, Schäume, Biokunststoffe, High-Performance Polymers, Polymermembranen, Funktionale Polymere, Nano-Polymere, Smart Polymers behandelt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Mikroreaktionstechnik (V) b) HighTech Polymere und Werkstoffe (V)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Mikroreaktionstechnik	3	28	42	20
	b) HighTech Polymere und Werkstoffe	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet, 33 %) und Klausur (benotet, 67 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	HighTech Polymerchemie - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 130 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 130 A Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Werner Pauer				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik im einschlägigen beruflichen Kontext in Experimenten umzusetzen, chemische Prozesse im fachwissenschaftlichen Kontext einzuordnen, hergestellte Polymere zu charakterisieren und einzuordnen. Weiterhin verstehen sie die Grundlagen der Verfahrens- und Apparatechnik und können sie situationsgerecht anwenden.</p> <p>Die Studierenden können moderne fächerübergreifende Methoden, die zu einer ressourcenschonenden Intensivierung chemischer Prozesse führen anwenden.</p>				
Inhalt	<p>Selbstständige Durchführung eines Forschungsprojektes (auch als Teilprojekt eines Forschungsvorhabens) mit technisch-chemischen und physikalischen Aufgaben. Professionelle Dokumentation (in Schriftform, Präsentation als Managementauszug).</p> <p>Durchführung von scalen- und verfahrensübergreifenden Synthesen. Chemische Prozesse hinsichtlich Selektivität und Raum-Zeit-Ausbeute, Optimierung von Reaktorregelung und Charakterisierungen von in der Regel polymeren Produkten. Optimierung der Produkteigenschaften durch Verfahrensoptimierung und Anpassung von Synthesewegen.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	F-Praktikum Technische Chemie (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	F-Praktikum Technische Chemie	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine. Art, Dauer und Umfang der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommer- und Wintersemester				

Modultitel	Wahlpflichtpraktikum				
Modulnummer/-kürzel	CHE 131				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortlicher	Siehe Gutachterliste				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Durch die wissenschaftliche Bearbeitung chemischer Inhalte und Fragestellungen vertiefen die Studierenden ihre fachliche Kompetenz (insbesondere moderner und anspruchsvoller Synthesemethoden oder moderner Techniken und Verfahren) und verknüpfen diese mit weiteren Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Übung eines wissenschaftlichen Vortrags, Literaturrecherche) mit chemischen Inhalten.				
Inhalt	Das Wahlpflichtpraktikum kann in einem Arbeitskreis der Chemie nach Wahl durchgeführt werden.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Wahlpflichtpraktikum (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	Wahlpflichtpraktikum	6	140	20	20
	Gesamtaufwand	6	140	20	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Quantenchemie I
Modulnummer/-kürzel	CHE 134
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen der Hartree-Fock-Theorie und der Dichtefunktionaltheorie zu erklären, vergleichend zu diskutieren und zu bewerten, sowie sich diese Grundlagen eigenständig abzuleiten basierend auf den Grundlagen der Quantenmechanik.
Inhalt	<p>1) Grundlagen der Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung - Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle - Born–Oppenheimer-Näherung - Pauli-Prinzip - Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale) - Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip - Störungstheorie - Atomare Einheiten <p>2) Mathematische Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vektoren - Matrizen - Determinanten - Unitäre Transformationen - Eigenwertgleichungen - Lineare Operatoren <p>3) Hartree–Fock-Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition von Slater-Determinanten über den Antisymmetrisierungsoperator - Erwartungswerte und Matrixelemente von Ein- und Zweiteilchenoperatoren für Slaterdeterminanten (insbesondere Energieerwartungswert) - Coulomb- und Austauschintegrale - Coulomb-, Austausch- und Fock-Operator

	<ul style="list-style-type: none"> - Ableitung des Hartree–Fock-Gleichungen anhand des Variationsprinzips - Invarianz von Erwartungswerten unter unitären Transformationen der Orbitale - Koopmans Theorem - Brillouin-Theorem - Hartree–Fock-Theorie für Closed-Shell-Systeme (Restricted Hartree–Fock (RHF)) - Hartree–Fock-Gleichungen in Basisdarstellung - Dichtematrix - Fockmatrix - Symmetrische Orthogonalisierung der Basis - Self-Consistent-Field-Algorithmus - Moleküleigenschaften aus Hartree–Fock-Theorie in Basisdarstellung; Populationsanalyse - Hartree–Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree–Fock (UHF)) - Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen - Grenzen der Anwendbarkeit <p>4) Einführung Dichtefunktionaltheorie (DFT):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hohenberg-Kohn-Theoreme - Kohn-Sham-DFT, technischer und konzeptioneller Vergleich mit der Hartree-Fock-Theorie - Grenzen der Anwendbarkeit 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie I / Quantum Chemistry I (V)				2 SWS
	b) Übungen zur Quantenchemie I / Exercises for Quantum Chemistry I (Ü)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Quantenchemie I	3	28	50	12
	b) Übungen zur Quantenchemie I	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	<p>Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Springer, 5. Auflage 2015.</p> <p>Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.</p> <p>Frank L. Pilar, „Elementary Quantum Chemistry“, Dover 1990 (2. Auflage).</p> <p>Frank Jensen, „Introduction to Computational Chemistry“, Wiley 2016 (3. Auflage).</p>				

Modultitel	Quantenchemie II				
Modulnummer/-kürzel	CHE 135				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: CHE 134 Quantenchemie I und Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen korrelierter Wellenfunktions- und dichtefunktionaltheoretischer Methoden zu erklären, vergleichend zu diskutieren und zu bewerten, sowie sich diese Grundlagen eigenständig abzuleiten basierend auf den Grundlagen der Quantenmechanik. Dazu lernen Sie die mathematischen Grundlagen der zweiten Quantisierung kennen und können damit theoretische Modelle ableiten, analysieren und vergleichen. Sie kennen die Grenzen der Gültigkeit verschiedener Näherungen und können für eine konkrete Fragestellung die Wahl einer geeigneten Näherung begründen und hinterfragen.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung Grundlagen der Quantentheorie und Hartree-Fock-Theorie - Vertiefung Born-Oppenheimer-Näherung (Grenzen der Gültigkeit) - Zweite Quantisierung - Multikonfigurationsmethoden: MCSCF/CASSCF, Configuration Interaction (CI) - Störungstheoretische Methoden: MP2, CASPT2 - Coupled-Cluster-Theorie - Dichtefunktionaltheorie (DFT): Vertiefung formaler Aspekte Fakultativ: zeitabhängige Methoden, neue Korrelationsmethoden, Elektronentransfer und -transport, Green's-Funktionen in der Chemie, Relativistische Quantenchemie, magnetische Eigenschaften 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie II (V)				2 SWS
	b) Übungen zur Quantenchemie II (Ü)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Quantenchemie II	3	28	50	12
	b) Übungen zur Quantenchemie II	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art, Dauer und Umfang der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung,				

Prüfungsleistungen	abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	<p>Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.</p> <p>Frank Jensen, „Introduction to Computational Chemistry“, Wiley 3. Aufl. 2016.</p> <p>Trygve Helgaker, Poul Jorgensen und Jeppe Olsen, „Molecular Electronic Structure Theory“, Wiley 2000.</p> <p>Robert G. Parr and Weitao Yang, “Density-Functional Theory of Atoms and Molecules”, Oxford Science Publications, New York 1989.</p> <p>Abraham Nitzan, “Chemical Dynamics in Condensed Phases: Relaxation, Transfer, and Reactions in Condensed Molecular Systems”, Oxford University Press, Oxford 2006.</p> <p>Markus Reiher, Alexander Wolf, „Relativistic Quantum Chemistry“, Wiley-VCH, Weinheim, 2. Auflage 2015.</p>

Modultitel	Electronic transport in molecules and nanoscopic systems (Elektronentransport durch Moleküle und Nanoskopische Systeme)				
Modulnummer/-kürzel	CHE 136				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python Kenntnisse				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann und Dr. Michael Deffner				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Modelle und Mechanismen der elektrischen Leitfähigkeit für unterschiedliche Systeme zu erklären, diskutieren und zu bewerten. Sie sind in der Lage, numerische Modelle zu konstruieren und mit diesen Simulationen durchzuführen.				
Inhalt	<p>Geeignet als Ergänzung zum Modul CHE 139 (Nanoelektronik und -sensorik). Detaillierte Einführung in verschiedene Modelle der elektrischen Leitfähigkeit, mit einem Fokus auf die Phänomene und Konzepte in der molekularen Elektronik, Spintronik und anderer nanoskopischer Systeme.</p> <p>Besprochen werden unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wieso molekulare Elektronik und Spintronik? - Verschiedene Transport-Mechanismen (Tunneln, Hopping) – woraus muss man bei der theoretischen Beschreibung achten? - Ladungstransport durch Nanopartikel und Nanopartikelnetzwerke - Zusammenhang Struktur-Leitwert - Quanteninterferenz – wieso leiten manche Moleküle deutlich schlechter als strukturell sehr ähnliche? - Einfluss von Magnetfeldern und ungepaarten Spins, helikale Moleküle als Spinfilter - Moleküle als Gleichrichter - Schaltbare Moleküle - Molekulare Optoelektronik - Mechanische Kontrolle - Transport durch zweidimensionale Systeme - Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es? <p>Diese Themen werden ergänzt durch Simulationen und Modelle, welche von den Studierenden selber durchgeführt oder angepasst werden.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und	Electronic Transport in Molecules and	LP 3	P(Std) 28	S(Std) 42	PV(Std) 20

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

insgesamt)	Nanoscopic Systems				
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Seminarvortrag oder Hausarbeit (benotet)				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Soft (Nano-)Matter - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie, Anorganischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz, Dr. A. Meyer, Dr. B. Hankiewicz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Kennen der Charakteristika von Soft Matter und verschiedener dazugehöriger Stoffklassen, Erklären von Selbstorganisation in unterschiedlichen Materialien, Erklären unterschiedlicher Phasentrennungsmechanismen basierend auf Thermodynamik, Erklären des viskoelastischen Verhaltens von Polymeren, Verständnis verschiedener Methoden zur Charakterisierung der physikalischen Eigenschaften von Soft Matter.				
Inhalt	Charakteristika von Soft Matter, Selbstorganisation von amphiphilen Molekülen und Polymeren, Nanokomposite, Herstellung von Kolloiden, Mischphasenthermodynamik von Polymeren und Kolloidalen Systemen, Grundlagen von Charakterisierungsmethoden für nanoskalige Soft Matter Systeme (SAXS, WAXS, Lichtstreuung, Rheologie)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Soft (Nano-)Matter (V)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Soft (Nano-)Matter	6	56	56	68
	Gesamtaufwand	6	56	561	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art, Dauer und Umfang der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Masao Doi: Soft Matter Physics, Paul C. Hiemenz, Timothy P. Lodge: Polymer Chemistry, Gert Strobl: The Physics of Polymers				

Modultitel	Soft (Nano-)Matter - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 137 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 137 A (Soft (Nano-)Matter – Vorlesungsmodul) Empfohlen: Praktika der Anorganischen und Organischen Chemie, Praktika der Physikalischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz, Dr. A. Meyer, Dr. B. Hankiewicz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Erwerben praktischer Erfahrung auf dem Gebiet der Herstellung und Charakterisierung von Soft Matter. Die Fähigkeit zu eigenständigem Arbeiten und eigenständiger Forschungsplanung soll innerhalb eines Forschungsprojektes in Kooperation mit einem Team in einem Arbeitskreis erworben werden, Das Protokoll soll im Stil einer wissenschaftlichen Veröffentlichung erstellt werden und dient der Fähigkeit, Texte für eine Publikation zu erstellen.				
Inhalt	Herstellung und Charakterisierung oder theoretische Arbeiten in Themengebieten des Vorlesungsmoduls CHE 137A.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Soft (Nano-)Matter Praktikum (P)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Soft (Nano-)Matter Praktikum	6	56	56	68
	Gesamtaufwand	6	56	56	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Masao Doi: Soft Matter Physics, Paul C. Hiemenz, Timothy P. Lodge: Polymer Chemistry, Gert Strobl: The Physics of Polymers				

Modultitel	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen Time-resolved spectroscopy of nanomaterials				
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik und Spektroskopie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. H. Lange, Prof. Dr. A. Mews				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die Konzepte optischer Spektroskopie nanoskaliger Materialien. Die Studierenden verstehen Zusammenhänge von quantenmechanischen Übergängen mit optischen Spektren.				
Inhalt	Bandstruktur und optische Übergänge, Lebensdauer von Zuständen, Grundlagen des zeitaufgelösten Photonenzählens, stimulierte Emission, Ratengleichungen, nichtstrahlende Prozesse in Halbleitern, ultrakurze Laserpulse, Modenkopplung, zeitaufgelöste Photolumineszenz, Pump-Probe Verfahren.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen - Vorlesung	3	28	28	34
	Gesamtaufwand	3	28	28	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung, abweichend Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Ashcroft & Mermin: Festkörperphysik, Messiah - Quantum Mechanics, Saleh, Teich - Fundamentals of Photonics, ergänzt durch aktuelle Zeitschriftenartikel.				

Modultitel	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen – Praktikumsmodul Time-resolved spectroscopy of nanomaterials – laboratory course				
Modulnummer/-kürzel	CHE 138 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 138 A Empfohlen: Veranstaltungen zu Grundlagen der Quantenmechanik und Spektroskopie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. H. Lange, Prof. Dr. A. Mews				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse und praktische Kompetenzen in Gebieten der optischen Spektroskopie nanoskaliger Materialien.</p> <p>Die Studierenden führen dazu anspruchsvolle präparative und analytische Experimente durch: Analysieren unterschiedlicher dynamischer Prozesse in nanokristallinen Festkörpern. Analysieren der Signalentstehung unterschiedlicher Spektroskopieverfahren. Anwendung von Pump-Probe Konzepten zur Untersuchung dynamischer Prozesse im Femtosekundenbereich.</p> <p>Sie kooperieren innerhalb des Teams der gastgebenden Arbeitsgruppe.</p> <p>Die Studierenden organisieren ihre praktische Arbeit im Labor und planen Experimente oder experimentelle Reihen. Dazu recherchieren sie die notwendige Literatur und fassen diese im Protokoll zusammen.</p> <p>In dem Protokoll dokumentieren sie auch die durchgeführten Experimente und bewerten die erarbeiteten Ergebnisse.</p>				
Inhalt	Bandstruktur und optische Übergänge, Lebensdauer von Zuständen, Grundlagen des zeitaufgelösten Photonenzählens, stimulierte Emission, Ratengleichungen, nichtstrahlende Prozesse in Halbleitern, ultrakurze Laserpulse, Modenkopplung, zeitaufgelöste Photolumineszenz, Pump-Probe Verfahren.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Zeitaufgelöste Spektroskopie an Nanostrukturen - Praktikum	6	90	45	45
	Gesamtaufwand	6	90	45	45
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Ashcroft & Mermin: Festkörperphysik, Messiah - Quantum Mechanics, Saleh,				

	Teich - Fundamentals of Photonics, ergänzt durch aktuelle Zeitschriftenartikel.
--	---

Modultitel	Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik Nanomaterials in optics, electronics, and sensors
Modulnummer/-kürzel	CHE 139
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Anorganischen und Physikalischen Chemie
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Mews, Dr. T. Vossmeier
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse der optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanomaterialien und ihren Anwendungsmöglichkeiten als Sensoren. Diese dienen den Studierenden bei der selbstständigen, wissenschaftlichen Bearbeitung von physikalisch-chemischen Fragestellungen als Grundlage für nachhaltige Lösungsansätze. Die Studierenden kennen die spezifischen optischen und elektronischen Eigenschaften von Nanomaterialien und können diese den Funktionsprinzipien unterschiedlicher elektronischer Bauteile und Sensortypen zuordnen. Sie verstehen grundlegende Zusammenhänge der Festkörperphysik und können diese zur Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Sensortypen für unterschiedliche Anwendungsbedarfe verwenden. Sie können die Funktionsweise von Sensoren mit optischer oder elektrischer Signaltransduktion auf der Grundlage klassischer und quantenmechanischer Modelle sowie der Verwendung von Ersatzschaltbildern analysieren und deuten. Die Studierenden sind befähigt, fachspezifische Literaturrecherchen auszuführen. Sie sind in der Lage, für gegebene Anwendungsprobleme Lösungsvorschläge für die Konstruktion geeigneter Sensoren aus Nanomaterialien zu erarbeiten.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung metallischer und halbleitender Nanomaterialien - Spektroskopische und mikroskopische Methoden zur Charakterisierung von Nanomaterialien - Optische und elektrische Eigenschaften metallischer und halbleitender Nanostrukturen - Funktionsprinzip elektrischer Bauteile auf der Basis von Nanostrukturen - Funktionsprinzipien chemischer und physikalischer Sensoren - Sensoren aus Nanomaterialien mit optischer Signaltransduktion - Sensoren aus Nanomaterialien mit elektrischer Signaltransduktion - Beispiele zur aktuellen Forschung: Vorteile von Nanomaterialien zur Konstruktion hoch empfindlicher chemischer und physikalischer Sensoren

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (V) b) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik (S)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik	LP 4,5	P(Std) 42	S(Std) 56	PV(Std) 37
	b) Nanomaterialien in Optik, Elektronik und Sensorik	1,5	14	14	17
	Gesamtaufwand	6	56	70	54
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet, 40 %) und Klausur (benotet, 60 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung angegeben				

Modultitel	Auslandsaufenthalt				
Modulnummer/-kürzel	CHE 140				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Erfahrungen im internationalen Forschungsumfeld. Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in ausgewählten grundlegenden und/oder aktuellen Forschungsthematiken, wobei die Dokumentation und Auswertung der Daten, Literaturrecherche sowie die Validierung und Präsentation wissenschaftlicher Fragestellungen im Vordergrund stehen.				
Inhalt	In der Regel wird ein Forschungspraktikum in einer Arbeitsgruppe absolviert. Die Studierenden suchen sich einen Betreuer an der Gasthochschule (Erster Gutachter). Ein anleitungsberechtigter Dozent im Fachbereich Chemie genehmigt das Projekt und ist als Zweitgutachter zuständig.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Forschungspraktikum (P)				18-30 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Die LP-Vergabe richtet sich nach der Dauer des Praktikums:	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	3 Monate	18	490	50	
	4 Monate	24	650	70	
	5 Monate und länger	30	800	100	
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Prüfungsleistung: Projektabschluss (benotet, 50 % von einem Erstgutachter (Gasthochschule) und 50 % von einem Zweitgutachter (Universität Hamburg). Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Einführung in die Membrantechnologie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 146				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie, Anorganischen Chemie und der Technischen und Makromolekularen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. V. Abetz				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Kennen der verschiedenen membranbasierten Trennverfahren und ihrer Einsatzgebiete, Anwenden der Kenntnisse aus der Thermodynamik und Kinetik um Stofftransportmechanismen in porösen und nichtporösen Membranen erklären zu können, Anwenden von Kenntnissen aus der makromolekularen und anorganischen Chemie um Eigenschaften von Membranmaterialien diskutieren zu können.				
Inhalt	Membranmaterialien, Membranherstellung, Stofftransport in Membranen, Membranmodule, Membranverfahren (Mikro- und Ultrafiltration, Nanofiltration, Gastrennung, Umkehrosmose, Dialyse, Elektrodialyse)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Membrantechnologie (V) b) Seminar zur Membrantechnologie (S)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Einführung in die Membrantechnologie	1,5	14	20	9
	b) Seminar zur Membrantechnologie	1,5	14	25	4
	Gesamtaufwand	3	28	45	13
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Anwesenheitspflicht in der Vorlesung, alternativ Klausur oder mündliche Prüfung Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Heinrich Strathmann: Introduction to Membrane Science and Technology				

Modultitel	Surface characterization techniques for chemical and physical analysis of materials				
Modulnummer/-kürzel	CHE 147				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Heshmat Noei				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnissen und Kompetenzen auf dem Gebiet der Charakterisierung von Oberflächen und Materialien mit dem Schwerpunkt der Photoelektronenspektroskopie sowie ihre Anwendung in der Forschung.				
Inhalt	Methoden zur Charakterisierung von Oberflächen und Materialien (Adsorption techniques, Temperature-programmed techniques, XRD, X-ray photoelectron spectroscopy, Vibrational spectroscopy, Electron microscopy). Die verschiedenen Verfahren werden an Beispielen vorgestellt, wobei auch auf die Möglichkeiten der Synchrotronstrahlung eingegangen wird.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Surface Characterization Techniques for Chemical and Physical Analysis of Materials (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Surface Characterization Techniques for Chemical and Physical Analysis of Materials (V)	LP 3	P(Std) 28	S(Std) 45	PV(Std) 14
	Gesamtaufwand	3	28	45	14
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Chemistry in confined spaces				
Modulnummer/-kürzel	CHE 152				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen wichtige Klassen nanoporöser Materialien und geeignete Methoden zu ihrer Charakterisierung. Sie können die Beeinflussung von Phasengleichgewichten im Confinement unter Anwendung thermodynamischer Grundlagen erklären und grundlegende Gleichungen zur Beschreibung dieser Gleichgewichte anwenden. Sie verstehen die praktische Bedeutung von Confinement in verschiedenen natürlichen und technischen Prozessen und können diese erklären. Die Studierenden können, eingebunden in ein Team, einen Beitrag zu einem kleinen Forschungsprojekt auf dem Gebiet der nanoporösen Materialien eigenständig planen und durchführen sowie die Ergebnisse strukturiert in einem Vortrag darstellen.				
Inhalt	Porosität, Synthese wichtiger Klassen nanoporöse Materialien (Silica, MOFs, PMOs, poröser Kohlenstoff), Vergleich von Phasengleichgewichten (flüssig–gasförmig, flüssig–fest, gasförmig–fest) in makroskopischen und in nanostrukturierten Systemen, thermodynamische Grundlagen zur Beschreibung solcher Gleichgewichte und ihrer Verschiebung, Ableitung grundlegender Gleichungen (Kelvin, Gibbs–Thomson, Laplace, Young), Methoden zur Charakterisierung nanoporöser Materialien (Gasphysisorption, Druckporosimetrie, thermische Analyse, Kleinwinkelstreuung), Bio-Hybridmaterialien, praktische Bedeutung und Anwendungen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Chemistry in confined spaces (V) b) Forschungspraktikum Chemistry in confined spaces (P)				2 SWS 6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Chemistry in confined spaces	3	28	35	27
	b) Forschungspraktikum	6	160	0	20
	Gesamtaufwand	9	188	35	47
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 33 %) und Projektabschluss (benotet, 67 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Chemistry in confined spaces – Lecture module				
Modulnummer/-kürzel	CHE 152 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen wichtige Klassen nanoporöser Materialien und geeignete Methoden zu ihrer Charakterisierung. Sie können die Beeinflussung von Phasengleichgewichten im Confinement unter Anwendung thermodynamischer Grundlagen erklären und grundlegende Gleichungen zur Beschreibung dieser Gleichgewichte anwenden. Sie verstehen die praktische Bedeutung von Confinement in verschiedenen natürlichen und technischen Prozessen und können diese erklären.				
Inhalt	Porosität, Synthese wichtiger Klassen nanoporöse Materialien (Silica, MOFs, PMOs, poröser Kohlenstoff), Vergleich von Phasengleichgewichten (flüssig–gasförmig, flüssig–fest, gasförmig–fest) in makroskopischen und in nanostrukturierten Systemen, thermodynamische Grundlagen zur Beschreibung solcher Gleichgewichte und ihrer Verschiebung, Ableitung grundlegender Gleichungen (Kelvin, Gibbs–Thomson, Laplace, Young), Methoden zur Charakterisierung nanoporöser Materialien (Gasphysisorption, Druckporosimetrie, thermische Analyse, Kleinwinkelstreuung), Bio-Hybridmaterialien, praktische Bedeutung und Anwendungen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Chemistry in confined spaces (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Chemistry in confined spaces	3	28	35	27
	Gesamtaufwand	3	28	35	27
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Water in special environments				
Modulnummer/-kürzel	CHE 156				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers und können diese erklären sowie auf das Verhalten von Wasser und wässrigen Lösungen in verschiedenen Umgebungen anwenden. Die Studierenden können, eingebunden in ein Team, einen Beitrag zu einem kleinen Forschungsprojekt auf dem Gebiet der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Wasser in verschiedenen Umgebungen eigenständig planen und durchführen sowie die Ergebnisse strukturiert in einem Vortrag darstellen.				
Inhalt	1. Einführung in die Strukturen und Eigenschaften von Wasser und Eis 2. Betrachtungen zu ausgewählten Anomalien von Wasser 3. Wasser in anorganischen Umgebungen (Poren, Gesteine) 4. Wasser in biologischen Umgebungen (Proteine, Aquaporine) 5. Wasser in technischen Prozessen (Green Chemistry) 6. Wasser im Universum (extreme Bedingungen) 7. Wässrige Salzlösungen (Struktur- und Eigenschaftsänderungen) 8. Methoden: XRD, SAXS, SANS, Korrelationsspektroskopie (XPCS, XCCA), PDF, Raman, IR, DSC/Kalorimetrie, QENS, MAS-NMR, PFG-NMR Praktikum: 1. Erlernen von Syntheseverfahren zur Herstellung nanoporöser Materialien mit definierter Porosität 2. Erlernen verschiedener Techniken zur Befüllung von Nanoporen mit Wasser und wässrigen Lösungen. 3. Erlernen der Anwendung verschiedener Methoden (in Theorie und Praxis) zur Charakterisierung des Phasenverhaltens von Wasser und wässrigen Lösungen in verschiedenen Umgebungen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Water in special environments (V)			2 SWS	
	b) Forschungspraktikum Water in special environments (P)			6 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Water in special environments	3	28	35	27
	b) Forschungspraktikum Water in special environments	6	160	0	20

	Gesamtaufwand	9	188	35	47
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 33 %) und Projektabschluss (benotet, 67 %) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Water in special environments – Lecure module				
Modulnummer/-kürzel	CHE 156 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Fröba				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die grundlegenden physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers und können diese erklären sowie auf das Verhalten von Wasser und wässrigen Lösungen in verschiedenen Umgebungen anwenden.				
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Strukturen und Eigenschaften von Wasser und Eis 2. Betrachtungen zu ausgewählten Anomalien von Wasser 3. Wasser in anorganischen Umgebungen (Poren, Gesteine) 4. Wasser in biologischen Umgebungen (Proteine, Aquaporine) 5. Wasser in technischen Prozessen (Green Chemistry) 6. Wasser im Universum (extreme Bedingungen) 7. Wässrige Salzlösungen (Struktur- und Eigenschaftsänderungen) 8. Methoden: XRD, SAXS, SANS, Korrelationsspektroskopie (XPCS, XCCA), PDF, Raman, IR, DSC/Kalorimetrie, QENS, MAS-NMR, PFG-NMR 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Water in special environments (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Water in special environments	3	28	35	27
	Gesamtaufwand	3	28	35	27
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Nachhaltige Erzeugung von Plattformchemikalien Sustainable production of platform chemicals
Modulnummer/-kürzel	CHE 161
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Anorganischen Chemie Einführende Veranstaltungen zur organischen Chemie Einführende Veranstaltungen zur technischen Chemie
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. J. Albert, Dr. D. Voß
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	Die Studierenden analysieren und bewerten bestehende Prozesse zur Herstellung von Basischemikalien auf Basis fossiler Rohstoffe im Hinblick auf Substitutionsmöglichkeiten. Die Studierenden erhalten einen Überblick möglicher biogener Rohstoffe für den Einsatz in der chemischen Industrie. Die Studierenden erarbeiten Konzepte zur nachhaltigen Erzeugung ausgewählter Plattformchemikalien. Die Studierenden bewerten und vergleichen bestehende Prozesse mit den alternativen auf Basis biogener Rohstoffe.
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick über Möglichkeiten zur nachhaltigen Erzeugung von Plattformchemikalien aus biogenen Rohstoffen. Im Vordergrund stehen Prozesse zur chemischen Umwandlung von Kohlenhydraten, Triglyceriden sowie Lignocellulose zu Intermediaten für die Polymer- und Pharmaindustrie. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Herstellung marktgängiger Kraftstoffe und Chemikalien auf Basis regenerativer Energien und Biomasse als einzig verfügbare regenerative Kohlenstoffquelle. Anhand ausgewählter Beispiele aus aktueller Forschung und Literatur sollen Wege zur chemischen Wertschöpfung aus nachwachsenden Rohstoffen aufgezeigt werden. Zu Beginn der Vorlesung wird die Problematik der absehbaren Verknappung von fossilen Rohstoffen zur Erzeugung von Plattformchemikalien aufgegriffen und mögliche Lösungsszenarien vorgestellt. Anschließend werden ausführliche Beispiele aus unserer aktuellen Forschung sowie weitere großtechnisch relevante Prozesse behandelt. Zum Abschluss werden Perspektiven für die Substitution fossiler Rohstoffe in weiteren chemischen Produktionsprozessen aufgezeigt. Des Weiteren sollen neuartige Katalysatorsysteme aus der Stoffgruppe der Polyoxometallate zur Umwandlung von komplexen Biomassen in selektiven Wertschöpfungsketten vorgestellt werden. Block 1: Einführung und Grundlagen -Einführung in die Problematik -Definition und Einteilung von Biomasse Block 2: Biobasierte Säuren als Bsp. für Plattformchemikalien -Herstellung biogener Ameisensäure im OxFA-Prozess

	-Nachhaltige Erzeugung von Acrylsäure -Biobasierte Bernsteinsäure-ein vielseitiger Alleskönner -Selektive Depolymerisation von Lignin zu funktionalisierten Aromatischen Säuren Block 3: Biobasierte Kunststoffe als Bsp. für Plattformchemikalien -Herstellung von PLA als bioabbaubarer Kunststoff -Alternative Herstellung von Ethylen aus Bioethanol oder Biomethan zur PE-Synthese -Erzeugung grüner PET-Substitute aus Biomasse Block 4: Nachhaltige Prozesspfade zur Einkopplung regenerativer Energieträger -Power-to liquid am Beispiel Methanol aus CO ₂ und regenerativem Wasserstoff -Power-to gas am Beispiel Methan aus CO ₂ und regenerativem Wasserstoff -Ausblick auf weitere Substitutionsmöglichkeiten für erdöl/erdgasbasierte Produkte				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Nachhaltige Erzeugung von Plattformchemikalien (V) b) Übungen zur nachhaltigen Erzeugung von Plattformchemikalien (Ü) c) Nachhaltiges Praktikum (P)				2 SWS 1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Nachhaltige Erzeugung von Plattformchemikalien	3	28	42	20
	b) Übungen zur nachhaltigen Erzeugung von Plattformchemikalien	1,5	14	21	10
	c) Nachhaltiges Praktikum	1,5	30	10	5
	Gesamtaufwand	6	72	73	35
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 • M. Kaltschmitt, H. Hartmann, H. Hofbauer, "Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren", Springer Verlag, 2009. • J. Albert, „Der Erlanger OxFA-Prozess“, SVH, 2016. 				

Modultitel	Power-to-X Technologien Power-to-X-technologies				
Modulnummer/-kürzel	CHE 162				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 117 Reaktionstechnik, CHE 161 Nachhaltige Erzeugung von Plattformchemikalien, CHE 023 Technische Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. J. Albert, Dr. D. Voß				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden analysieren und bewerten die Energiewende in Deutschland. Die Studierenden erhalten einen Überblick über die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Power-to-X Technologien. Die Studierenden erarbeiten Konzepte zur technischen Umsetzung von Power-to-X Verfahren. Die Studierenden bewerten und vergleichen verschiedene Power-to-X Konzepte im Hinblick auf ihre technischen Herausforderungen und den gesellschaftlichen Nutzen. Die Studierenden lernen praktische Aspekte der Energieumwandlung zu Plattformchemikalien anhand labortechnischer Experimente.				
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick verschiedener Power-to-X Konzepte im Kontext der deutschen Energiewende <ul style="list-style-type: none"> - Regenerative Überschussenergie - Elektrolyse - CO₂-Quellen für Power-to-X - Power-to-Heat - Power-to-Power - Power-to-Gas (SNG) - Power-to-Syngas - Power-to-Methanol - Power-to-Fuels - Power-to-Ammonia - LOHC (Liquid organic hydrogen carrier) - Ökonomischer und ökologischer Vergleich verschiedener Konzepte 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Power-to-X-Technologien (V)				2 SWS
	b) Übungen zu Power-to-X-Technologien (Ü)				1 SWS
	c) Praktikum „Power-to-X“ (P)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Power-to-X-Technologien	3	28	42	20
	b) Übungen zu Power-to-X-Technologien	1,5	14	21	10
	c) Praktikum „Power-to-X“	1,5	30	10	5
Gesamtaufwand		6	72	73	35

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	<ul style="list-style-type: none">• A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013• H. Watter, „Regenerative Energiesysteme“, Springer, 2015

Modultitel	Biohybrid nanostructures – Lecture course	
Modulnummer/-kürzel	CHE 163 A	
Verwendbarkeit	M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie und Biochemie	
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. T. Beck	
Sprache	Englisch	
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen Kenntnisse zum Einsatz von Biomolekülen für das Design und die Synthese von biohybriden Nanostrukturen, die aus Biomolekülen und anorganischen Komponenten bestehen. Diese Kenntnisse dienen den Studierenden bei der selbstständigen Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen als Grundlage für die Entwicklung eigener Lösungsansätze. Dazu kennen die Studierenden die Grundlagen der Proteinstrukturbestimmung und die Möglichkeiten des Proteindesigns. Die Studierenden verstehen die verschiedenen Methoden zur Charakterisierung von Nanostrukturen inkl. ihrer Stärken und Limitationen und können beurteilen, welche Methoden bei diskutierten Fragestellungen einzusetzen sind. Sie können Methoden zur Anordnung von Nanostrukturen diskutieren und die kollektiven Eigenschaften von Nanomaterialien erklären. Die Studierenden haben gelernt, mögliche Anwendungen von biohybriden Nanostrukturen zu analysieren und können auswählen, welche Bausteine für die jeweilige Anwendung geeignet sind.	
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Biomineralization and bio-template-based synthesis of nanostructures - Biomolecules (proteins, DNA) as building blocks for nanomaterials - Protein and enzyme design - Methods for protein structure elucidation, especially protein crystallography - Inorganic nanoparticle synthesis - Characterization of nanostructures using modern methods such as SAXS, DLS, SANS, electron microscopy, synchrotron methods - Collective properties of nanomaterials - Arrangement of nanoscale building blocks into ordered structures - Applications of biohybrid nanostructures 	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biohybrid nanostructures (V)	2 SWS

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Biohybrid nanostructures	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i.d.R. mündliche Prüfung Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Biohybrid nanostructures – Laboratory course				
Modulnummer/-kürzel	CHE 163 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Modul CHE 163 A Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen und Physikalischen Chemie und Biochemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. T. Beck				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen Kenntnisse und praktische Kompetenzen im Gebiet der biohybriden Nanostrukturen. Dazu führen sie anspruchsvolle präparative und analytische Experimente durch und kooperieren innerhalb des Teams der gastgebenden Arbeitsgruppe.</p> <p>Die Studierenden organisieren ihre praktische Arbeit im Labor und planen Experimente oder experimentelle Reihen. Dazu recherchieren sie die notwendige Literatur und fassen diese in einem Abschlussbericht zusammen. Im Abschlussbericht dokumentieren sie auch die durchgeführten Experimente und bewerten die erarbeiteten Ergebnisse.</p>				
Inhalt	<p>Der Inhalt orientiert sich am konkreten Forschungsprojekt. Eines oder mehrere der folgenden Themen werden dabei abgedeckt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biotemplat-basierte Synthese von Nanopartikeln - Synthese von biohybriden Nanostrukturen - Proteindesign und Proteinredesign - Proteinproduktion und Proteinaufreinigung - Kristallisation von biohybriden Materialien und Proteinkristallographie - Charakterisierungsmethoden für biohybride Nanostrukturen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Praktikum Biohybrid nanostructures (P)				6 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Biohybrid nanostructures	6	160	0	20
	Gesamtaufwand	6	160	0	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Projektabschluss (Abschlussbericht u. Referat, benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Englisch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign Structure-based drug- and proteindesign
Modulnummer/-kürzel	CHE 170
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Veranstaltungen zum Thema Kristallstrukturanalyse, Aufbau und Funktion von Proteinen
Modulverantwortliche(r)	PD Dr. Markus Perbandt
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des Wirkstoff- und Proteindesigns verstehen: Das Hauptziel ist es, den Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Prinzipien des Wirkstoff- und Proteindesigns zu vermitteln. Dies umfasst die Struktur und Funktion von Proteinen, die Rolle von Enzymen und Rezeptoren in biologischen Prozessen sowie die Konzepte der Wirkstoffentwicklung. - Methoden des strukturbasierten Wirkstoff- und Proteindesigns kennenlernen: Die Vorlesung soll den Studierenden die verschiedenen Methoden und Ansätze des Wirkstoff- und Proteindesigns vorstellen. Dazu gehören computergestützte Methoden wie molekulare Modellierung, virtuelles Screening und strukturbasiertes Design, aber auch experimentelle Methoden wie Hochdurchsatz-Screening, Directed Evolution und kombinatorische Chemie. - Interdisziplinäres Denken fördern: Wirkstoff- und Proteindesign sind multidisziplinäre Felder, die Kenntnisse aus verschiedenen Bereichen wie Chemie, Biochemie, Biophysik, Pharmakologie und Biologie erfordern. Die Vorlesung soll das interdisziplinäre Denken fördern und den Studierenden ermöglichen, ihr Wissen und ihre Fähigkeiten aus verschiedenen Fachgebieten zu integrieren.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Geschichte der Arzneimittel; Forschung gestern, heute und morgen. - Grundlagen der Arzneistoffwirkung, der Ligand-Rezeptor-Wechselwirkungen und des Einflusses der dreidimensionalen Raumstruktur eines Arzneimittels. - Suche nach neuen Leitstrukturen deren Optimierung auch unter Verwendung von Prodrug-Strategien, neue Screening-Technologien, aber auch die systematische Abwandlung von Strukturen. - Über den Wirkmechanismus und die Raumstruktur ausgewählter Zielproteine wird verdeutlicht, warum ein dort angreifender Arzneistoff eine bestimmte Geometrie und chemische Struktur aufweisen muss.

	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des Protein- und Enzymdesigns und Anwendung von neu entwickelten Proteinen und Enzymen; computergestützte Methoden zum Design von Proteinen (z.B. unter Einsatz von Machine Learning) - Methoden zur Optimierung der Eigenschaften von Proteinen und Enzymen, z.B. directed evolution - Experimentelle und theoretische Methoden der Wirkstoffforschung mit einem besonderen Fokus auf das Hochdurchsatzscreening mittels serieller Kristallographie und der Nutzung von Synchrotrons und Röntgenlaser. Die Methodik wird im Rahmen mittels einer Exkursion zum DESY in Bahrenfeld anschaulich vorgestellt. - Einfluss von struktureller Dynamik auf die Interaktion von Protein und potenziellem Wirkstoff. Es wird verdeutlicht, wie wichtig die Temperatur bei der Aufnahme von Daten ist und Wege aufgezeigt, mehr Informationen aus erhaltenen Daten zu extrahieren. 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign / Structure based Drug- and Proteindesign (V) Seminar Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign mit Exkursion / Seminar Structure-based Drug- and Proteindesign with Excursion (S/E)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign	3	28	42	20
	b) Seminar Strukturbasiertes Wirkstoff- und Proteindesign mit Exkursion	1.5	14	21	10
	Gesamtaufwand	4,5	42	63	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	B. Rupp, "Biomolecular Crystallography", Garland Science, 1. Auflage, 2009 G. Klebe, "Wirkstoffdesign", Spektrum Akademischer Verlag, 2. Auflage, 2009				

Modultitel	Data Science (Theorie und Praxis)				
Modulnummer/-kürzel	CHE 271				
Verwendbarkeit	M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflicht M.Sc. Chemie: Wahlpflicht M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflicht				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 203 (Statistik und Chemometrie in der Lebensmittelanalytik), CHE 263 (Fortgeschrittene Lebensmittelanalytik)				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. S. Seifert				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen Methoden der deskriptiven, univariaten und multivariaten Statistik und können diese Verfahren für die Datenauswertung anwenden. Sie nutzen hierfür moderne Softwaretools, deren Anwendung somit ebenfalls erlernt wird. Zusätzlich vertiefen Sie Schlüsselqualifikationen, wie Sozialkompetenz in Teamarbeit, Literaturrecherche und die Übung eines wissenschaftlichen Vortrags.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen zum Arbeiten mit R und Git • Dokumentation von Ergebnissen mit Markdown (R Markdown) • Deskriptive Statistik • Statistische Tests • Explorative (unüberwachte) Datenanalyse: <ul style="list-style-type: none"> • Clusteranalysen • Principal Component Analysis (PCA) • Korrelationsanalyse, Regressionsanalyse, Principal Component Regression (PCR) • Maschinelles Lernen (überwachte Datenanalyse): <ul style="list-style-type: none"> • Partial Least Squares Regression (PLS) • k nearest neighbor (k-NN) • Künstliche Neuronale Netze (ANN) • Support Vector Machines (SVM) • Random Forests (RF) • Präsentation von aktuellen Publikationen aus dem Bereich Data Science 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Data Science (V/Ü)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Data Science	6	56	56	68
	Gesamtaufwand	6	56	56	68
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Übungsabschluss Art der Modulprüfung: Die Prüfungsart (i.d.R. Referat (wissenschaftlicher Vortrag), abweichend mündliche Prüfung oder Klausur, benotet) wird jeweils zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

Modulhandbuch zum Masterstudiengang Chemie

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	Zellbiologie Cellular biology				
Modulnummer/-kürzel	CHE 414 A				
Verwendbarkeit	B.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 021 A und CHE 021 B				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. K. Grünewald				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen wichtige zelluläre Vorgänge auf molekularer Ebene und können sie beschreiben und analysieren. Die Studierenden können intrazelluläre Prozesse experimentell nachvollziehen.				
Inhalt	<p>In der Vorlesung werden die Funktionsweisen eukaryontischer Zellen behandelt. Dabei geht es um Kompartimente und Zellorganelle, Proteintargeting, Proteinglykosylierung, Proteinqualitätskontrolle, Vesikulärer Transport, Signaltransduktion, Aufbau des Zytoskeletts, Funktion molekularer Motoren, Bewegung von Zellen, Zelladhäsion, Aufbau und Funktion der Extrazellulären Matrix, Steuerung und Kontrolle der Zellteilung, Bewegung von Zellen, zelluläre Kommunikation, Apoptose, Signaltransduktion Ursachen und Therapieansätze bei Krebserkrankungen sowie Eigenschaften und Manipulation von und Stammzellen.</p> <p>Im Seminar wird das Wissen anhand aktueller Literatur ausgebaut.</p> <p>Im Praktikum werden mit biochemischen, zellbiologischen, modernen mikroskopischen und molekularbiologischen Methoden sowie der Durchflusszytometrie die Inhalte der Vorlesung und des Seminars vertieft und praktisch angewendet.</p> <p>Abgerundet wird das Modul durch ein interaktives Wiki auf der Lern-Plattform OLAT, welches von den Studierenden selbst erstellt wird.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Zellbiologie (V) b) Zellbiologie Seminar (S) c) Praktikum Zellbiologie (P)				2 SWS 1 SWS 4,5 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Zellbiologie	3	28	42	20
	b) Zellbiologie Seminar	1,5	14	10	16
	c) Praktikum Zellbiologie	4,5	63	45	18
	Gesamtaufwand	9,0	105	97	54

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Teilnahme am Seminar (regelmäßige Bearbeitung des Wikis) sowie Praktikumsabschluss (Testate auf drei Protokolle). Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel	Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules A				
Modulnummer/-kürzel	CHE 452 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 417 (Strukturbiochemie) Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Betzel				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	<p>Lernziel ist es ein detailliertes Verständnis über die modernen Methoden und Möglichkeiten der Struktur-Funktions-Analyse von Biomolekülen zu erhalten und die Fähigkeit zu entwickeln selbstständig entsprechende Messungen zu planen, durchzuführen als auch auszuwerten und erhaltene Daten mit den damit verbundenen Gütefaktoren zu interpretieren.</p> <p>Im Rahmen eines Seminars hält jeder Studierende einen im Detail ausgearbeiteten Vortrag zu ausgewählten Schwerpunktbereichen und aktuellen Themen der Röntgenstrukturanalyse, der die Fähigkeit zu kritischem Literaturlesen, umfassender Interpretation der publizierten Daten und Informationen stärkt. In diesem Kontext wird auch die wissenschaftlich korrekte Präsentation, Bewertung der Daten als auch kritische Diskussion trainiert.</p>				
Inhalt	Die Studierenden sollen die verschiedenen und zueinander komplementären Methoden der modernen Röntgenstrukturanalyse erlernen, mit einem Schwerpunkt auf innovative Methoden der Diffraktionsdatensammlung und Datenauswertung an den neu verfügbaren Laser- und Synchrotron-Strahlungsquellen. Hierbei werden die einzelnen Schritte von der Probenvorbereitung bis hin zur Strukturverfeinerung behandelt, wobei insbesondere auch die effiziente Planung von Experimenten vermittelt wird.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Modern methods structure-function-analysis of biomolecules (V) b) Modern methods structure-function-analysis of biomolecules (S)			3 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) Modern methods structure-function-analysis of biomolecules	4,5	42	63	30
	b) Modern methods structure-function-analysis of biomolecules	1,5	14	21	10
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				

Prüfungsleistungen	
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modultitel	Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules B					
Modulnummer/-kürzel	CHE 452 B					
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul					
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 417 (Strukturbiochemie) Empfohlen: keine					
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Betzel					
Sprache	Englisch					
Qualifikationsziele	<p>Lernziel ist es ein detailliertes Verständnis über die modernen Methoden und Möglichkeiten der Struktur-Funktions-Analyse von Biomolekülen zu erhalten und die Fähigkeit zu entwickeln selbständig entsprechende Messungen zu planen, durchzuführen als auch auszuwerten und erhaltene Daten mit den damit verbundenen Gütefaktoren zu interpretieren.</p> <p>Im Rahmen eines Seminars hält jeder Studierende einen im Detail ausgearbeiteten Vortrag zu ausgewählten Schwerpunktbereichen und aktuellen Themen der Röntgenstrukturanalyse, der die Fähigkeit zu kritischem Literaturlesen, umfassender Interpretation der publizierten Daten und Informationen stärkt. In diesem Kontext wird auch die wissenschaftlich korrekte Präsentation, Bewertung der Daten als auch kritische Diskussion trainiert.</p>					
Inhalt	Die Studierenden sollen die verschiedenen und zueinander komplementären Methoden der modernen Röntgenstrukturanalyse erlernen, mit einem Schwerpunkt auf innovative Methoden der Diffraktionsdatensammlung und Datenauswertung an den neu verfügbaren Laser- und Synchrotron-Strahlungsquellen. Hierbei werden die einzelnen Schritte von der Probenvorbereitung bis hin zur Strukturverfeinerung behandelt, wobei insbesondere auch die effiziente Planung von Experimenten vermittelt wird.					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (V) b) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (S) c) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (P) 2 Wochen			3 SWS	1 SWS	3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules b) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules	LP 4,5 1,5	Pr (Std) 42 14	Se (Std) 63 21	PV (Std) 30	

	c) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules	3,0	60	30	10
	Gesamtaufwand	9,0	116	114	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet, 75 %) und Praktikumsabschluss (benotet, 25 %) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Latest methods in structure-function-analysis of biomolecules C					
Modulnummer/-kürzel	CHE 452 C					
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul					
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 417 (Strukturbiochemie) Empfohlen: keine					
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Betzel					
Sprache	Englisch					
Qualifikationsziele	<p>Lernziel ist es ein detailliertes Verständnis über die modernen Methoden und Möglichkeiten der Struktur-Funktions-Analyse von Biomolekülen zu erhalten und die Fähigkeit zu entwickeln selbstständig entsprechende Messungen zu planen, durchzuführen als auch auszuwerten und erhaltene Daten mit den damit verbundenen Gütefaktoren zu interpretieren.</p> <p>Im Rahmen eines Seminars hält jeder Studierende einen im Detail ausgearbeiteten Vortrag zu ausgewählten Schwerpunktbereichen und aktuellen Themen der Röntgenstrukturanalyse, der die Fähigkeit zu kritischem Literaturlesen, umfassender Interpretation der publizierten Daten und Informationen stärkt. In diesem Kontext wird auch die wissenschaftlich korrekte Präsentation, Bewertung der Daten als auch kritische Diskussion trainiert.</p>					
Inhalt	Die Studierenden sollen die verschiedenen und zueinander komplementären Methoden der modernen Röntgenstrukturanalyse erlernen, mit einem Schwerpunkt auf innovative Methoden der Diffraktionsdatensammlung und Datenauswertung an den neu verfügbaren Laser- und Synchrotron-Strahlungsquellen. Hierbei werden die einzelnen Schritte von der Probenvorbereitung bis hin zur Strukturverfeinerung behandelt, wobei insbesondere auch die effiziente Planung von Experimenten vermittelt wird.					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (V) b) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (S) c) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules (P) 6 Wochen			3 SWS	1 SWS	9 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules b) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules	LP 4,5 1,5	Pr (Std) 42 14	Se (Std) 63	PV (Std) 30	

	c) Modern methods in structure-function-analysis of biomolecules	9,0	180	21 90	10
	Gesamtaufwand	15,0	236	174	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet, 60 %) und Praktikumsabschluss (benotet, 40 %) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	RNA in health and disease - Lecture				
Modulnummer/-kürzel	CHE 455 L				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Biochemie, Molekulare Biochemie, ggf. Zellbiologie und Strukturbiologie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Z. Ignatova, Prof. Dr. D. Wilson, Dr. S. Albers, Dr. B. Beckert				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen Wissen rund um Ribonukleinsäuren (RNA), von Struktur und Funktion bis hin zu Pathologie. Die Studierenden kennen RNA-Struktur-Funktions-Beziehungen, RNA-vermittelte Regulationsmechanismen, RNA-vermittelte Proteinexpression und RNA-basierte Krankheiten. Sie besitzen fundierte Kenntnisse der modernen Methoden zur Analyse von RNAs und fundiertes Wissen über die molekularen Aspekte der RNA-basierten Krankheiten. Die Studierenden lernen das Analysieren von Fachliteratur sowie das Präsentieren und Diskutieren wissenschaftlicher Publikationen.				
Inhalt	Von Struktur und Funktion bis hin zu Pathologie der Ribonukleinsäuren (RNA): RNA-Struktur-Funktions-Beziehungen, RNA-vermittelte Regulationsmechanismen, RNA-vermittelte Proteinexpression, RNA-basierte Krankheiten und deren molekulare Aspekte, moderne Methoden zur Analyse von RNAs. Im Seminar hält jede*r Studierende einen Vortrag (Englisch).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) RNA Biochemistry (V) b) RNA Biochemistry Seminar (S)			1 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) RNA Biochemistry	1.5	14	14	17
	b) RNA Biochemistry Seminar	1.5	14	14	17
	Gesamtaufwand	3	28	28	34
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Referat im Seminar (50%) + Klausur, abweichend mündliche Prüfung (50%) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	RNA in health and disease - Practical Course				
Modulnummer/-kürzel	CHE 455 P				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 455 L (abgeschlossen oder gleichzeitig belegt) Empfohlen: Biochemie, Molekulare Biochemie, ggf. Zellbiologie und Strukturbiologie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Z. Ignatova, Prof. Dr. D. Wilson, Dr. S. Albers, Dr. B. Beckert				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen verschiedene Methoden der RNA-Biosynthese und -Analyse praktisch anzuwenden. Sie können Experimente selbstständig planen, durchführen und auswerten. Die Studierenden lernen ihre Ergebnisse in Publikationsform zusammenzufassen.				
Inhalt	Methoden der RNA-Biosynthese und -Analyse. Schwerpunkt des Praktikums ist die selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) RNA Biochemistry Praktikum (P) 6 Wochen				9 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) RNA Biochemistry Praktikum	9	180	45	45
	Gesamtaufwand	9	180	45	45
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet, 100%) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Dauer	1-2 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Massenspektrometrische Protein- und Proteomanalytik - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 460 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 021 A und CHE 021 B Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Schlüte, Dr. Maria Riedner				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Massenspektrometrie, können Massenspektren beurteilen, kennen die verschiedenen Typen von Massenspektrometern und ihre Anwendungsgebiete, die aktuellen Methoden der Massenspektrometrie-basierten Proteomanalytik inklusive der Identifizierung und Quantifizierung von Proteomen, sowie Interpretation der biologisch-biochemischen Bedeutung der Ergebnisse und erlangen somit die Fähigkeit, in ihren zukünftigen wissenschaftlichen Projekten die richtigen Proteom-analytischen Techniken zur Beantwortung ihrer wissenschaftlichen Fragestellungen zu treffen.				
Inhalt	In der Vorlesung wird zunächst ein Überblick über die massenspektrometrische Proteomanalytik inklusive Begriffserläuterungen, Definitionen und die Geschichte der Proteomanalytik gegeben, bevor detaillierter auf Grundlagen der Massenspektrometrie von Biomolekülen, Identifizierung von Proteinen mittels massenspektrometrischer Proteomanalytik, Strategien der differentiellen quantitativen Proteom-Analytik zur Identifizierung von Biomarkern und zur Entschlüsselung molekularer Mechanismen der Antwort biologischer Systeme (auf Perturbationen z.B. Aktivierung von Signaltransduktionswegen und anderen „Pathways“) eingegangen wird. Die Vorlesung umfasst auch das Kennenlernen von bioinformatischen Schritten zur Prozessierung und Interpretation von Massenspektrometrie-Daten, sowie die Deutung der Ergebnisse für biologisch-biochemische Fragestellungen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Protein und Proteomanalytik/Massenspektrometrie von Biomolekülen (V) b) Praktikum Proteomics (P)			2 SWS	3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Protein und Proteomanalytik/Massenspektrometrie von Biomolekülen	LP 3	Pr (Std) 28	Se (Std) 42	PV (Std) 20

	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Massenspektrometrische Protein- und Proteomanalytik - Praktikumsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 460 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 460 A Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Schlüter, Dr. Maria Riedner				
Sprache	Deutsch oder Englisch				
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss haben die Studierenden ein Verständnis über die praktischen Tätigkeiten bei der Protein- und Proteomanalytik. Sie sind in der Lage, eine geeignete Strategie für ihre proteomanalytische Fragestellung zu wählen und wissen, welche massenspektrometrische Analyse geeignet ist. Sie bekommen ein vertieftes Verständnis für die Komplexität proteomanalytischer Daten und sind in der Lage, die erhaltenen Daten auszuwerten und die Ergebnisse im Kontext ihrer wissenschaftlichen Fragestellung einzuordnen.				
Inhalt	In diesem zweiwöchigen Praktikum wird ein Workflow für die Protein- und Proteomanalytik durchgeführt. Dies beinhaltet einen tryptischen Verdau der Probe(n) sowie zwei massenspektrometrische Messungen: LC-MS/MS für komplexe Proben sowie MALDI-TOF/TOF-MS für Einzelproteine. Im Anschluss erfolgt die Auswertung der erhaltenen Daten: Softwaregestützte Sequenzierung von Peptiden aus MS/MS-Daten, Datenbanksuchen sowie die bioinformatischen Schritte zur Prozessierung und Interpretation komplexer proteomanalytischer Daten anhand der eigenen Probe sowie eines komplexen Datensatzes einer proteomanalytischen Studie.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Lecture: Mass spectrometry of biomolecules (V)			2 SWS	
	b) Practical course: Mass spectrometry of biomolecules (P)			3 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Praktikum Massenspektrometrische Protein- und Proteomanalytik	LP 3	Pr (Std) 70	Se (Std) 10	PV (Std) 10
	Gesamtaufwand	3	70	10	10
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Praktikum Art der Modulprüfung: Vortrag (benotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Advanced Proteomics
Modulnummer/-kürzel	CHE 461
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlmodul M.Sc. Chemie: Wahlmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 460 A & B Empfohlen: CHE 468
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Schlüter, Dr. Maria Riedner
Sprache	Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen die aktuell neuen Methoden der Protein- und Proteomanalytik kennenlernen und dadurch die Fähigkeit erlangen, in ihren zukünftigen wissenschaftlichen Projekten die richtigen Entscheidungen für die erfolgsversprechenden Kombinationen proteomanalytischer Techniken zur Beantwortung ihrer biologischen Fragestellungen zu treffen, in denen die Proteinbiochemie und -struktur bzw. das Proteom von Relevanz ist. Des Weiteren geht es um die Gewinnung eines vertieften Verständnisses zur Beziehung zwischen Proteinfunktion und Struktur (von Primär- bis Quartärstruktur). Dazu werden aktuelle Projekte der Arbeitsgruppe und von Kooperationspartnern vorgestellt.
Inhalt	Advances in MS for proteomics Advances in quantitative proteomics Top-down proteomics Glycomics and lipidomics Post-translational modifications Chemical proteomics Proteogenomics Proteoforms Protein biomarker discovery Single cell proteomics Spatial proteomics (imaging) Computational proteomics, big data and statistics Cancer proteomics Analysis of therapeutic proteins/biosimilars Structural proteomics Labelling approaches: Hydrogen/deuterium exchange Surface labelling and cross-linking Native and ion mobility MS Integrative modelling approaches Structural dynamics in MS

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Advanced proteomics				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Advanced proteomics	LP 1,5	Pr (Std) 14	Se (Std) 21	PV (Std) 10
	Gesamtaufwand	1,5	14	21	10
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Seminar Art der Modulprüfung: Referat (unbenotet) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				

Modultitel	Molekulare Biophysik Molecular biophysics				
Modulnummer/-kürzel	CHE 462				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaft: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. M. Kolbe				
Sprache	Deutsch oder English, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden -erlernen die Grundlagen, Vor- und Nachteile sowie die Grenzen verschiedener biophysikalischer Methoden, -entwickeln Lösungsansätze für aktuelle Probleme aus den Lebenswissenschaften mit Hilfe einer sinnvollen Kombination von biophysikalischen und Molekularbiologischen Methoden, -können aktuelle Publikationen auf dem Gebiet der Biophysik und Biochemie kritisch analysieren.				
Inhalt	Einführung in die Grundlagen moderner biophysikalischer Methoden, Grundlagen der Röntgenstrukturanalyse, cryo-Elektronenmikroskopie und anderer spektroskopischer Methoden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekulare Biophysik (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) Molekulare Biophysik	3,0	28	42	20
	Gesamtaufwand	3,0	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	jährlich im Wintersemester				
Literatur	"Bioanalytik", Lottspeich, Zorbas, Spektrum Verlag Biochemie, Voet, Voet, Wiley Aktuelle Veröffentlichung aus dem Gebiet der Biophysik				

Modultitel	Einführung in die Zell- und Gentherapie Introduction into genetherapy				
Modulnummer/-kürzel	CHE 466				
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul MSc Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 021 A, CHE 021 B, CHE 414 Empfohlen: Keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. B. Fehse				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die allgemeinen Grundlagen der Zell- und Gentherapie und haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und die Anwendung.				
Inhalt	Inhalte: - Einführung in die Zell- und Gentherapie - Vektoren (allgemein) - Retro- und Lentivirale Vektoren - Gentherapie bei monogenischen Erbkrankheiten - Gentherapie bei HIV/AIDS - Suizidgentherapie - Onkolytische Viren - Mesenchymale Stromazellen - Adoptive Immuntherapie - iPS - Genmarkierung und Hämatopoietische Stammzelltransplantation - Ethische Fragen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Zell- und Gentherapie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P(Std)	S(Std)	PV(Std)
	a) Einführung in die Zell- und Gentherapie	3,0	28	42	20
	Gesamtaufwand	3,0	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Winter- und Sommersemester				

Modultitel	Chromatography for analytics and purification of biomolecules
Modulnummer/-kürzel	CHE 468
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulverantwortlich	Prof. Dr. H. Schlüter, Dr. Maria Riedner
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen und die aktuellen Methoden der Chromatographie, sind in der Lage Chromatographie-Experimente zu planen, durchzuführen und deren Ergebnisse zu beurteilen und erlangen somit die Fähigkeit, in ihren zukünftigen wissenschaftlichen Projekten die richtigen Strategien und Techniken der analytischen und präparative Chromatographie zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen zu treffen.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Begriffserläuterungen, Definitionen und die Geschichte der Chromatographie • Bedeutung der Chromatographie • Physikalisch-chemische Grundlagen der Chromatographie • Modi der Flüssigkeitschromatographie: Isokratische -, Gradienten-, Displacement-Chromatographie • Gaschromatographie • Dünnschichtchromatographie • Flüssigchromatographie: Isokratische-, Gradienten-, Displacement-Elution, Flüssigchromatographiematerialien und deren Techniken, Normalphasenchromatographie, Umkehrphasenchromatographie (Reversed Phase), Ionenaustauschchromatographie, Hydrophobe Interaktionschromatographie, Hydrophile Interaktionschromatographie, Affinitätschromatographie, Graphitphasenchromatographie, Größenausflußchromatographie, Gemischtephasen-Chromatographie (Hydroxylapatit, etc.), Systematische Optimierung • Weitere Flüssigchromatographietechniken: Feld-Fluss-Fraktionierung, Gegenstromverteilungschromatographie (Counter-current-chromatography), Simulated-Moving-bed Chromatography, Superkritische Flüssigchromatographie • Detektionstechniken der Chromatographie (UV, Massenspektrometer, etc.); • Analytische Anwendungen (inklusive Probenvorbereitung) der verschiedenen Chromatographietechniken bezogen auf Molekülklassen: kleine organische Moleküle, kleine Biomoleküle, Aminosäuren, Kohlenhydrate, Lipide, Biopolymere, Nukleotide, Peptide, Proteine, Polysaccharide; Präparative Anwendungen der Flüssigchromatographie (Down-stream

		Verfahren, z.B. zur Reinigung von biologischen Wirkstoffen)			
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Chromatography (V+S)	2 SWS			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Chromatography	LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: regelmäßige Teilnahme am Seminar Art der Modulprüfung: Referat (50 %) und mündliche Prüfung (50%), benotet Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Membranproteine Membrane proteins				
Modulnummer/-kürzel	CHE 475 A				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 021 A und CHE 021 B Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Tidow				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Funktion und Struktur von Membranproteinen sowie in Methoden zu deren Charakterisierung.				
Inhalt	In der Vorlesung und im Seminar werden die besonderen Charakteristika von Membranproteinen sowie die Struktur und Funktion verschiedener Membranproteinklassen behandelt, wobei inhaltliche Bezüge zu biochemischen Fragestellungen hergestellt werden. Zusätzlich werden biophysikalische Methoden zur Charakterisierung von Membranproteinen thematisiert.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Membranproteine (V) b) Seminar Membranproteine (S)				1 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) Membranproteine (V)	1,5	14	14	15
	b) Seminar Membranproteine (S)	1,5	14	14	10
	Gesamtaufwand	3,0	28	28	25
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Teilnahme am Seminar Art der Modulprüfung: Klausur (über Inhalte der Vorlesung und des Seminars, benotet, 70 %) und Seminarvortrag (benotet, 30 %) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Membranproteine mit Praktikum Membrane proteins				
Modulnummer/-kürzel	CHE 475 B				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 021 A und CHE 021 B Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. H. Tidow				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in Funktion und Struktur von Membranproteinen sowie in Methoden zu deren Charakterisierung.				
Inhalt	In der Vorlesung und im Seminar werden die besonderen Charakteristika von Membranproteinen sowie die Struktur und Funktion verschiedener Membranproteinklassen behandelt, wobei inhaltliche Bezüge zu biochemischen Fragestellungen hergestellt werden. Zusätzlich werden biophysikalische Methoden zur Charakterisierung von Membranproteinen thematisiert. Im Praktikum werden Versuche zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes durchgeführt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Membranproteine (V) b) Seminar Membranproteine (S) c) Praktikum Membranproteine (P)				1 SWS 1 SWS 3 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	Pr (Std)	Se (Std)	PV (Std)
	a) Membranproteine (V)	1,5	14	14	15
	b) Seminar Membranproteine (S)	1,5	14	14	10
	c) Praktikum Membranproteine (P)	3,0	42	45	
	Gesamtaufwand	6,0	70	73	25
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Teilnahme am Seminar, Praktikumsabschluss Art der Modulprüfung: Klausur (über Inhalte der Vorlesung, des Seminars und des Praktikums, benotet, 70 %) und Seminarvortrag (benotet, 30 %) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Elektronen-Kryo-Mikroskopie (KryoEM): Blockseminar mit Übungen Electron Cryo-Microscopy (CryoEM): Block course with exercises				
Modulnummer/-kürzel	CHE 485				
Verwendbarkeit	M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. K. Grünewald, Dr. C. Seuring				
Sprache	Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	Ziel des KryoEM Workshop ist die Vermittlung von Wissen zu den verschiedenen Modalitäten der Kryo-Elektronenmikroskopie von der Einzelpartikelanalyse (SPA) bis zur Tomographie (ET). Die Studierenden erlangen Wissen zur Hardware des Mikroskops, Probenherstellung, Bildentstehung, Bildauswertung in SPA und ET, und verschiedenen Modi. Das Theoriewissen wird durch Demonstrationen am Mikroskop und aktive Projekte am Computer erklärt. Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden KryoEM Methoden einordnen und die Möglichkeiten von KryoEM SPA und Tomographie zusammenfassen.				
Inhalt	<p>Im theoretischen Teil werden die einzelnen Aspekte der CryoEM erarbeitet und in den komplexen Gesamtkontext eingebettet.</p> <p>Im experimentellen Teil werden den Studenten verschiedene Methoden der KryoEM Datenaufnahme und -analyse am Mikroskop demonstriert. Ein Schwerpunkt der Übungen liegt auf der gemeinsamen Erarbeitung von Arbeitsabläufen und Auswertung der Experimente. Die Studenten lernen ihre Ergebnisse in Publikationsform zusammenzufassen.</p> <p>Am Ende des Moduls hält jeder Student einen Vortrag (Englisch), der die Fähigkeit zu kritischem Literaturlesen, Präsentieren und Diskutieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Basic Principles and practical aspects of CryoEM (S) b) Hands-on practice on specimen preparation, and data acquisition (in SS), Hands-on practice on fourier transformation, and image processing (in WS) (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Basic Principles and practical aspects of CryoEM	3,0	40	30	20
	b) Hands-on practice	3,0	45	45	-
	Gesamtaufwand	6,0	85	75	20
Voraussetzungen für	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme am Seminar				

Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	und den Übungen (Anwesenheitspflicht) Art der Modulprüfung: Referat (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Englisch
Dauer	2 Wochen
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester und Wintersemester
Literatur	Nat Methods 2016 'Method of the year' Getting-started in CryoEM with Professor Grant Jensen (youtube) em-learning.com

Modultitel	Angewandte System-Medizin
Modulnummer/-kürzel	MBI-ASM
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Interesse an Programmierung in Python und/oder R, Grundkenntnisse in Algorithmen und Datenstrukturen
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. J. Baumbach
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>Nach Absolvieren des Moduls sind die Teilnehmer mit system-medizinischen Methoden zur Analyse komplexer Erkrankungen vertraut und können diese auf konkrete Beispiele anwenden. Sie können grundlegende systembiologische Konzepte und Anwendungen von omics-Technologien in der krankheits-orientierten Grundlagenforschung bewerten und anhand aktueller Literatur einordnen.</p> <p>Sie verstehen die Paradigmen der personalisierten Medizin, der Präzisionsmedizin, und der Systemmedizin. Die Teilnehmer haben die Grundlagen von Genotyp/Phänotyp -Relationen und tiefergehende Kenntnisse zu genetischen und epigenetischen Faktoren der Krankheitsentwicklung verstanden.</p> <p>Die Teilnehmer verfügen über einen ersten Überblick zu aktuellen Entwicklungen über daten-getriebene Behandlungsmethoden und über die Entwicklung verbesserter Therapien auf Grundlage von Molekulardaten.</p>
Inhalt	<p>In diesem Modul werden die Grundlagen der System-Biologie und ihre Wandlung zur System-Medizin behandelt. Der Fokus liegt hierbei auf bioinformatischen Methoden zur Analyse von großen molekularbiologischen Datensätzen. Es werden vorwiegend folgende Inhalte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OMICS Daten und ihre Verfügbarkeit • Ziele der Präzisions- und der Personalisierten Medizin • Komplexe Krankheiten (Krebs, Multiple Sklerose, ...) • Wiederholung Biostatistik • Wiederholung Problemkomplexität • Netzwerk-Medizin • Krebsgenomik und Identifizierung relevanter Mutationen zur Behandlungsoptimierung • Nicht-invasive Diagnostik von Krankheiten in der Atemluft • Identifikation von Pathomechanismen von Krankheiten • Patientenstratifizierung • Drug-Target- und Biomarker-Discovery • Subtypisierung von Krankheiten anhand komplexer molekularer Biomarker

	<ul style="list-style-type: none"> • Drug Repositioning • Privacy und Maschinelles Lernen / Künstliche Intelligenz <p>In den Übungen werden überwiegend die Methodik anhand von konkreten, praktischen Beispielen gefestigt sowie die Anwendung entsprechender Online-Datenbanken und Bioinformatik-Software vorgestellt und geübt.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Angewandte System-Medizin (V)				2 SWS
	b) Angewandte System-Medizin (Ü)				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Angewandte System-Medizin	3	28	42	20
	b) Angewandte System-Medizin	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Übungsabschluss</p> <p>Art der Modulprüfung: i.d.R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig				
Literatur					

Modultitel	Angewandte Bioinformatik: Sequenzen				
Modulnummer/-kürzel	MBI-ASE				
Verwendbarkeit	M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften M.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul B.Sc./M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundlagenkenntnisse der molekularen Lebenswissenschaften				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Torda				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse in den Bereichen Sequenz- und Genomanalyse. Sie kennen die gebräuchlichen Datenformate in der Sequenzanalyse und können sicher mit biologischen Datenbanken und Web-Anwendungen umgehen. Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse der phylogenetischen Analyse auf der Basis multipler Sequenzvergleiche. Sie verfügen über Erfahrung im Umgang mit Daten aus neuen Sequenzierungstechnologien.				
Inhalt	In diesem Modul werden aus anwendungsorientierter Sicht die wichtigsten Methoden und Softwareanwendungen für Protein- und Nukleotid-Sequenzen vorgestellt, insbesondere werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Analyse biologischer Sequenzen • Computerunterstützte Annotationen von Sequenzen • Die Beziehung zwischen Sequenz und Struktur von Biomolekülen • Rekonstruktion Phylogenetischer Stammbäume 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Angewandte Bioinformatik: Sequenzen (V) Angewandte Bioinformatik: Sequenzen (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Angewandte Bioinformatik: Sequenzen	3	28	42	20
	Angewandte Bioinformatik: Sequenzen	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Die Bedingungen für eine erfolgreiche Teilnahme werden in der ersten Übung bekannt gegeben. Art der Modulprüfung: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; Die Prüfungsart (i.d.R. Klausur, Dauer 90 Minuten, benotet) wird jeweils zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt				

	gegeben. Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultitel	Angewandte Bioinformatik: Strukturen				
Modulnummer/-kürzel	MBI-AST				
Verwendbarkeit	M.Sc. Bioinformatik: Angleichungs-/Übergangsmodule B.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul B.Sc./M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse der Biochemie				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. A. Torda				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Kenntnisse von makromolekularen Strukturen, wissen, woher diese stammen und was man davon erkennen kann. Sie kennen Methoden und Software für die Analyse.				
Inhalt	Methoden und Softwareanwendungen für biomolekulare Strukturen. Typische Themen sind: <ul style="list-style-type: none"> • Die Erkennung von Struktureigenschaften • Ungenauigkeiten in Strukturmodellen aus NMR oder Röntgenkristallographie • Strukturelle Vergleiche • RNA-Strukturen in 2D und 3D • Design von RNA-Molekülen und Proteinen 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Angewandte Bioinformatik: Strukturen (V) Angewandte Bioinformatik: Strukturen (Ü)				2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Angewandte Bioinformatik: Strukturen	3	28	42	20
	Angewandte Bioinformatik: Strukturen	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Die Bedingungen für eine erfolgreiche Teilnahme werden in der ersten Übung bekannt gegeben. Art der Modulprüfung: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; Die Prüfungsart (i.d.R. Klausur, Dauer 90 Minuten, benotet) wird jeweils zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Quantenphysik/ -chemie				
Modulnummer/-kürzel	PHY-N-QPC				
Verwendbarkeit	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul MSc. Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlene: Physik A und Physik B für Nanowissenschaften, PC III				
Modulverantwortliche(r)	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Einführung in die Konzepte der Quantentheorie und statistischen Physik. Anwendungen der erlernten Regeln und Gesetzmäßigkeiten auf Probleme und Experimente der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik.				
Inhalt	Historische Experimente zum Welle-Teilchen-Dualismus und den Grenzen der klassischen Physik Theoretische Methoden der Quantenmechanik/chemie, z.B. Schrödinger-Gleichung, Eigenwerte, Wellenfunktionen, Operatoren, Hilbertraum und Bracketnotation Modellsysteme, z.B. Potentialkasten (endlich, Kugel), Tunnelbarrieren, harmonischer Oszillator in 2D und 2. Quantisierung, starrer Rotator, Wasserstoffatom, Streuprozesse Störungsrechnung und Fermis goldene Regel Spin- und Bahn-Drehimpuls und Spin-Bahn-Koppelung Statistische Physik (Boltzmann-, Bose-Einstein, Fermi-Dirac-Verteilung) Anwendungen der Statistischen Physik in der Festkörperphysik, z.B. Elektronen in periodischen Potentialen, Bandstrukturen und Phononen. Einführung Mehrteilchensysteme und Molekülphysik, z.B. Helium, Moleküle und Born-Oppenheimer Näherung Hartree-Fock-Methode und Slater-Determinante				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Quantenphysik/ -chemie (V) Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Quantenphysik/ -chemie (V)	6	56	62	62
	Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü)	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel	Bio- und Nanogrenzflächen
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E18
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundlagen der physikalischen Chemie
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Robert H. Blick
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Qualifikationsziele	<p>- Überblick über wichtige biophysikalische Prozesse an Grenzflächen</p> <p>- Entwicklung von grundlegendem und fachübergreifendem Verständnis für weiterführende Vorlesungen und Abschlussarbeiten in diesem interdisziplinären Gebiet.</p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls haben die Studierenden gelernt, wie Zellen elektrische Signale weiterleiten, Ionenkanäle und Nanoporen funktionieren und welchen Einfluss eine Grenzfläche auf die Konformation eines Proteins hat. Sie haben Anwendungen im Bereich der Mikrofluidik, Sensorik und Biomedizin sowie Methoden zur Untersuchung biophysikalischer Prozesse kennengelernt, mit deren Hilfe aktuelle wissenschaftliche Fragen beantwortet werden.</p>
Inhalt	<p>I Einführung</p> <p>II Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft und Energie • Thermodynamische Potentiale • Diffusion • Debye-Hückel Abschirmung, Zeta-Potential III Bio- und Nanogrenzflächen • Physikalische Beschreibung organischer und anorganischer Grenzflächen • Biophysikalische Grenzflächen • Oberflächenspannung und Osmose • Zellmembranen • Elektrische Eigenschaften von Zellmembranen und Ionentransfer • Aufbau und Raumstruktur von Proteinen • Protein-Protein- / Protein-Oberflächen-Wechselwirkungen • AFM-Kraftspektroskopie: Kraftinduzierte Sekundärstrukturänderungen • Enzymkatalyse durch Tunneleffekt VI Anwendungen • Mikrofluidik

	<ul style="list-style-type: none"> • Implantatoberflächen in der Forschung • Bioelektronische Devices • Biosensoren und in-vitro/in-vivo Diagnostik 				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Bio- und Nanogrenzflächen (V)				4 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Bio- und Nanogrenzflächen	6	56	64	60
	Gesamtaufwand	6	56	64	60
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p><u>Voraussetzungen zur Modulprüfung:</u> keine</p> <p><u>Art der Modulprüfung:</u> Klausur oder mündliche Prüfung. Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p> <p><u>Prüfungssprache:</u> deutsch oder englisch</p>				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich				
Literatur	<p>„Biophysics: A Physiological Approach“, Patrick F. Dillon, Cambridge University Press, 2012.</p> <p>„Bioelectronics Handbook: MOSFETs, Biosensors, and Neurons“, Massobrio, Giuseppe, McGraw-Hill Companies, 1998.</p> <p>MIT Open course ware http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/(3-051j) „Intermolecular and Surface Forces“, 2nd ed., J.N. Israelachvili, Academic Press, London, 1992.</p> <p>„Biomaterials: Protein–Surface Interactions“, R.A. Latour, in Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, 2005.</p>				

Modultitel	Angewandte Chemieinformatik und Wirkstoffentwurf				
Modulnummer/-kürzel	MBI-ACW				
Verwendbarkeit	M.Sc. Chemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Lebensmittelchemie: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul Promotionsstudium Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse der Biochemie				
Modulverantwortliche(r)	Dr. Katrin Schöning-Stierand				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden haben Kenntnisse des computergestützten Wirkstoffentwurfs. Sie haben einen Überblick über relevante Datenbanken und können die Qualität biologischer und chemischer Daten beurteilen. Sie sind in der Lage, neue Wirkstoffkandidaten für relevante Zielproteine mittels liganden- und strukturbasierter Methoden abzuleiten und deren physikochemischen Eigenschaften abzuschätzen.				
Inhalt	In diesem Modul werden Kenntnisse über angewandten, computergestützten Wirkstoffentwurf vermittelt. Es werden insbesondere die folgenden Themen besprochen: <ul style="list-style-type: none"> • Medizinalchemische Grundlagen und Strategien des Wirkstoffentwurfs, der Leitstrukturidentifizierung und Leitstrukturoptimierung • Gebräuchliche Datenformate und Datenbanken • Liganden- und strukturbasierte Ansätze des computergestützten Wirkstoffdesigns • Softwarepakete für angewandte Chemieinformatik und Wirkstoffentwurf Visuelle Programmierung zur Automatisierung von Arbeitsabläufen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Angewandte Chemieinformatik und Wirkstoffentwurf (V)			2 SWS	
	Angewandte Chemieinformatik und Wirkstoffentwurf (Ü)			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Ang. Chemieinformatik und Wirkst.	3	28	42	20
	Ang. Chemieinformatik und Wirkst.	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Mündliche Prüfung (benotet) Prüfungssprache: i.d.R. Deutsch				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel	Methods in Nanobiotechnology I				
Modulnummer/-kürzel	PHY-MV-FN-E39				
Verwendbarkeit	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Physik: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlene: keine				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfgang Parak				
Sprache	Englisch				
Angestrebte Lernergebnisse	This advanced level course provides an introduction to modern methods and aspects of Nanobiotechnology in order to prepare students for scientific work in this subject area.				
Inhalt	In this course, basic methods of Nanobiotechnology are presented and discussed. The focus of this module lies on the synthesis of materials, especially of colloids and their characterization. Experimental techniques and background information on the apparatuses used will also be covered. The examples presented include the synthesis of colloidal nanoparticles and micro particles, the functionalization of surfaces, cleaning methods, determination of particle size and separation processes, bio conjugation, photo physical fundamentals etc.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Methods in Nanobiotechnology (V) Methods in Nanobiotechnology (Ü) Methods in Nanobiotechnology (P)				2 SWS 2 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung	3	28	32	30
	Übung	2	28	32	-
	Praktikum	2	28	32	-
	Gesamtaufwand	7	84	96	30
Studien- und Prüfungsleistungen	Prüfungsart: Referat und schriftliche oder mündliche Prüfung Sprache der Prüfung: Englisch Abweichungen werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Own script will be distributed				