



Knowledge Foundation
@Reutlingen University



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.)

Chemie

Stand 03.2022



Das vorliegende Modulhandbuch beschreibt die Lernziele und Inhalte des Fernstudiums Chemie für Laborant/-innen und Technische Assistent/-innen, die sich beruflich weiter qualifizieren möchten.

Ziele des Bachelorstudienprogramms sind die Vermittlung grundlegender wissenschaftlicher Konzepte der Chemie als Querschnittsdisziplin mit Bezug zu sehr vielen weiteren Anwendungs- und Studienfächern. Aufbauend auf bereits vorhandene Berufs-, Praxiserfahrung und praktischen Ausbildungsinhalten werden diese Erfahrungen durch die theoretischen Hintergründe der Wissenschaft untermauert und fundiert. Damit soll eine akademische Diskussionsfähigkeit mit anderen Wissenschaftlern entwickelt und erreicht werden.

Die Fakultät Angewandte Chemie der Hochschule Reutlingen ist die **Trägerfakultät** des Studienprogramms.

Das Programm baut auf 15 fachliche **Kern- oder Lernmodule** auf, in denen die Chemie als Wissenschaft in ihrer grundlegenden Breite vermittelt wird. Bewusst wurde für das Programm auf eine Fokussierung auf einzelne Themenfelder verzichtet, um den Überblick und die Diskussionsfähigkeit in ihrer Breite zu erreichen.

Dazwischen sind 4 praktisch-experimentell und überfachlich ausgerichtete **Blockmodule** eingeboben. Diese **integrierten Laborpraxisphasen (Module CB7, CB9, CB17, CB19)** vermitteln praktisch-experimentelles Wissen ebenso wie das wissenschaftliche Arbeiten unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Chemie, Schlüsselqualifikationen zu Kommunikation und Management zumeist in Kleingruppen.

Durch einen **Wahlpflichtbereich (Tabelle 2 – CB20.x)** und freie Auswahl bzw. Kombination der angebotenen fachlichen und überfachlichen Themen, kann das Programm nach persönlichen Interessen und der eigenen beruflichen Entwicklung weitergestaltet werden.

Die abschließenden **3 Module (Tabelle 3 – CB21, CB22, CB23)** geben Raum für zunehmend eigenständigeres **wissenschaftliches Arbeiten** an der Hochschule oder in einem Betrieb und schließen mit dem Ergebnis einer kürzeren Projekt- und eine längere Bachelor-Arbeit und ihrer Verteidigung ab. Die Anerkennung außerhochschulischer Lernergebnissen aus Ausbildung und Berufspraxis erfolgt in einem **Praxismodul**. Das Einbringen der eigenen **beruflichen Erfahrung** und ihr Hinterfragen und kritische Einordnen unter Beachtung der wissenschaftlichen Arbeitsmethodik ist, wie oben beschrieben, das vordringlichste Ziel des Programms. Daher ist berufliche Praxiserfahrung durch einschlägige Ausbildung und Berufstätigkeit so unerlässlich für dieses Programmformat.

Der **Studienverlauf** ist konsekutiv und streng linear angeordnet. Im normalen Studienverlauf wird immer nur ein Modul bearbeitet und erlaubt die Konzentration auf dieses Fach, neben einer Berufstätigkeit. Nach Abschluss der Lerneinheiten folgt die zeitnahe Modul-Prüfung. Erst danach erfolgt der Übergang in das nächste Modul. Die Prüfungen werden von den Modulverantwortlichen gestellt, von Springer organisiert und unter Aufsicht geschrieben. Die Wiederholungsmöglichkeiten von Prüfungen richten sich nach den Vorgaben der aktuellen Externen Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule Reutlingen.

Die interne Gliederung der Module ist auf das **Lernmodell** abgestimmt, das ein sechs Schritt Modell ist:

- (i) Das Selbststudium durch ein **Studienheft**, das Schwerpunkte, Anwendungen und Bezüge zu anderen Modulen und Inhalten herstellt. Gleichzeitig setzt es „Leitplanken“ und gibt eine Richtung vor damit sich Teilnehmende in der Fülle des Faches nicht verlieren. Er verweist hierzu auf Kapitel, Abschnitte und Abbildungen in dem jeweils begleitenden Basistext.



- (ii) Diese erklärende und vertiefende **Begleitlektüre** zum Studienheft durch den ausgewählten **Basistext** in Form eines wissenschaftlichen Lehr- oder Fachbuchs („Duo“-Konzept) ist wichtiges Element des Programms und übt den Umgang mit wissenschaftlicher Literatur. Der Basistext steht den Teilnehmenden als Buch und in elektronischer Form über die Lernplattform.
- (iii) In 14-tägigem **Rhythmus finden Tutorien statt, welche der Diskussion des zurückliegenden bzw. neuen Studienheftes, für Fragen, Aufgabenbearbeitung in Kleingruppen, dem Austausch unter den Teilnehmenden sowie der Klärung organisatorischer Fragen dient.**
- (iv) Das Reflektieren und nachhaltige Vernetzen der Programminhalte durch Wiederholen, Lernen und Üben für die **Modulprüfung**, die eigentliche Prüfungsbearbeitung, sowie die Vor- und Nachbesprechungen, in direktem Austausch und Rückmeldung mit den Modulverantwortlichen, die auch die Klausur stellen.
- (v) Dies erfolgt u.a. auch übergreifend in virtuellen Fragenrunden, Problem-Foren, Wikis etc. in einer Lernplattform. Hier werden zusätzliche, ergänzende und vertiefende Lerninhalte in komplementären, die Studienhefte ergänzenden Darstellungen als interaktive Grafiken, Visualisierungen, Videos, virtuelle Labore etc. sukzessive bereitgestellt.
- (vi) Vernetzung der Studien- und Berufslernergebnisse, des chemischen, allgemein-wissenschaftlichen und überfachlichen Kompetenzen mit denen des Berufsalltags einerseits und Rückmelden der wahrgenommenen Synergien oder auch Diskrepanzen in das berufsbegleitende Programm, damit ein **lebenslanges Lernen** vorbereitet wird.

Damit ist das Bachelorstudium Chemie als berufsbegleitende Fernweiterbildung geprägt durch:

- (i) das kontinuierliche, nachhaltige Arbeiten mit den Begleittexten im Rhythmus der 14-tägig neu eintreffenden Studienhefte (Duo-Konzept der Lehrliteratur).
- (ii) Den 14-tägigen Austausch unter Teilnehmern und einem fachlich ausgewiesenen und von den Modulverantwortlichen eingewiesenen wissenschaftlichen Tutor, der das Lernen begleitet und für fachliche Fragen zur Verfügung steht und das neue und zurückliegende Studienheft einordnet.
- (iii) Die starke Gliederung mit Fokus auf jeweils ein Schwerpunktthema des Modules, bei dem die Teilnehmenden zu keinem Zeitpunkt allein gelassen werden.
- (iv) Ergänzt wird das Angebot mit einem im Programmverlauf wachsenden Anteil an blendend und eLearning Elementen. Sie ermöglichen insbesondere zusätzliche online Beratungs- und Fragestunden mit den modulverantwortlichen Professoren im zweiten und dritten Drittel eines Modules über die Lernplattform. Dies ist bereits Teil der Prüfungsvorbereitung und dient dem Abbau von Prüfungshemmnissen und –scheu, aber auch der Rückkopplung des Lernstandes und möglicher Komplikationen an den Modulverantwortlichen.

Die Ziele der Qualifizierungsmaßnahme ist der Erwerb von soliden theoretischen und praktischen Chemie- Grundlagenkenntnissen in den Bereichen:

- **Grundlagen** der Naturwissenschaften und überfachliche Module
- Module und Themenfelder der **Anorganischen und Analytischen Chemie**
- Module und Themenfelder der **Organischen Chemie**
- Module und Themenfelder der **Physikalischen Chemie**
- Fortgeschrittene und Interdisziplinäre Module und Themenfelder, insbesondere **Technische, Makromolekular und Polymer sowie Biochemie**



- Module und Themenfelder im Bereich der **Wahlpflichtfächer** mit einem technischen/ fachlichen und einem nicht-technischen/ überfachlichen Katalog (**Tabelle 2 – CB20.x**) aus beiden kann frei ausgewählt und kombiniert werden
- **Blockveranstaltungen** im praktisch-experimentellen **Integrierte Labor Praxisphase** und überfachlichen Bereich
- Module und Themenfelder mit Praxis und wissenschaftlichem Bezug mit dem Ziel **wissenschaftliche Arbeiten** durchzuführen (Projektarbeit, Bachelorarbeit Tabelle 3; **CB21-CB23**)

Das Teilnehmerfeld umfasst v.a. Laborant/-innen und Technische Assistent/-innen, die im chemischen Bereich tätig sind, die Zulassungsvoraussetzungen erfüllen, sich weiterbilden möchten und einen Bachelorabschluss erwerben wollen.

Die Dauer des Fernstudiums umfasst insgesamt ca. 4,5 Jahre.


Tabelle 1: Übersicht über den Programmverlauf - Pflichtfächer

Modul-Nr.	Modul (Fachgebiet)	Semester	ECTS	Sprache	Benotet	Prüfungsform	Gewichtung
Pflichtfächer							
CB.1	Allgemeine Chemie <i>General Chemistry</i>	1	5	D	ja	KL90/HA	1,0
	Teil 1 - Allgemeine Chemie <i>General Chemistry</i>						
	Teil 2 - Praktische Chemie <i>Chemical Skills</i>						
CB.2	Mathematik für Chemiker <i>Mathematic for Chemists</i>	1	10	D	ja	KL90	1,5
CB.3	Anorganische Chemie 1 <i>Inorganic Chemistry 1</i>	2	6	D	ja	KL90	1,0
CB.4	Physik für Chemiker <i>Physics for Chemists</i>	2	10	D	ja	KL120	1,5
CB.5	Organische Chemie 1 <i>Organic Chemistry 1</i>	3	8	D	ja	KL120	1,5
CB.6	Physikalische Chemie 1 <i>Physical Chemistry 1</i>	3	6	D	ja	KL90	1,0
CB.7	Projekt und Laborphase 1 <i>Project and Laboratory Phase 1</i>	3*	6	D	nein	PR	
CB.8	Analytische Chemie 1 <i>Analytical Chemistry 1</i>	4	6	D	ja	KL90	1,0
CB.9	Projekt und Laborphase 2 <i>Project and Laboratory Phase 2</i>	4*	6	D	nein	PR	
CB.10	Anorganische Chemie 2 <i>Inorganic Chemistry 2</i>	4	6	D	ja	KL90	1,0
CB.11	Organische Chemie 2 <i>Organic Chemistry 2</i>	5	6	D	ja	KL90	1,0
CB.12	Physikalische Chemie 2 <i>Physical Chemistry 2</i>	5	6	D	ja	KL90	1,0
CB.13	Analytische Chemie 2 <i>Analytical Chemistry 2</i>	6	6	D	ja	KL90	1,0
CB.14	Technische Chemie <i>Technical Chemistry</i>	6	5	D	ja	KL90	1,0
CB.15	Nachhaltige Prozesse <i>Sustainable Processes</i>	7	5	D	ja	KL90/RE	1,0
	Teil 1 - Nachhaltige Prozesse <i>Sustainable Processes</i>						
	Teil 2 - Organische Chemie 3 <i>Organic Chemistry 3</i>						
CB.16	Biochemie <i>Biochemistry</i>	7	8	D	ja	KL120	1,5
CB.17	Projekt und Laborphase 3 <i>Project and Laboratory Phase 3</i>	7*	6	D	nein	PR	



CB.18	Makromolekulare Chemie <i>Macromolecular Chemistry</i>	8	8	D	ja	KL120	1,5
CB.19	Projekt und Laborphase 4 <i>Project and Laboratory Phase 4</i>	8*	6	D	nein	PR	

* = Blockpräsenzveranstaltung

Tabelle 2: Übersicht über den Programmverlauf – Wahlpflichtmodule CB20

Für das Modul CB.20 muss eines der Wahlpflichtmodule aus Tabelle 2 ausgewählt werden.

Modul. Nr.	Modul (Fachgebiet)	Semester	ECTS	Sprache	Benotet	Prüfungsform	Gewichtung
CB.20.1	Recht und Qualitätssicherung <i>Law and Quality Assurance</i>	8	5	D/EN	ja	KL90	1,0
CB.20.2	Molekular und Zellbiologie <i>Molecular and Cell Biology</i>	8	5	D/EN	ja	KL90	1,0
CB.20.3	Verfahrens- und Biotechnik <i>Process Engineering and Biotechnology</i>	8	5	D/EN	ja	KL90	1,0
CB.20.4	Umweltchemie <i>Environmental Chemistry</i>	8	5	D/EN	ja	KL90	1,0

Tabelle 3: Übersicht über den Programmverlauf - Wissenschaftliches Arbeiten & Praxisbezug

Modul. Nr.	Modul	Semester	ECTS	Sprache	Benotet	Prüfungsform	Gewichtung
CB.21	Praxisphase <i>Internship</i>	1-6	30	D	nein	PR	
CB.22	Projektarbeit mit Kolloquium <i>Project and Colloquium</i>	7-8	6	D/EN	ja	MP	1,0
CB.23	Bachelorarbeit <i>Bachelor Thesis</i>	8-9	14	D/EN	ja	BT	3,0
	Kolloquium zur Bachelorthesis <i>Colloquium on the Bachelor Thesis</i>						
Summe ECTS Lernmodule (CB.1 bis CB.20)			130				
Summe ECTS Wissenschaftliches Arbeiten & Praxisbezug (CB.21 bis CB.23)			50				
Summe ECTS Programm			180				

Legende der Prüfungsleistungen:

BT	Bachelor-Thesis	MP	Mündliche Prüfung
CA	durchgehend Assessment	PA	Projektarbeit
HA	Hausarbeit	PR	Praktikum
KLx	Klausur (x: Dauer in Min.)	RE	Referat



**Katalog der Module für das
Bachelor of Science (B.Sc.)
Chemie**



Titel des Moduls	Allgemeine Chemie General Chemistry			
Kürzel	CB.1			
Lehrveranstaltungen:	Teil 1 - Allgemeine Chemie General Chemistry Teil 2 - Praktische Chemie Chemical Skills			
Modulverantwortliche/r	Prof. Krastev			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	5			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Teil 1 - Allgemeine Chemie General Chemistry	20	100	120
	Teil 2 - Praktische Chemie Chemical Skills	10	20	30
	Summe	30	120	150
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min) und Mündl. Prüfung (30 min) oder Präsentation mit schriftl. Ausarbeitung, benotet			
Teilnehmerzahl	7 - 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>Teil 1 - Allgemeine Chemie</p> <p>(1) verstehen der Grundgrößen und grundlegenden Gesetzmäßigkeiten und Konzepte der Chemie und können sie anwenden, insbesondere die periodischen Eigenschaften chemischer Elemente und beispielhafter abgeleiteten Verbindungen</p> <p>(2) können chem. Elemente und einfachere Verbindungen (ionische Verbindungen, Molekül- und Komplexverbindungen) benennen und beispielhaft ihre Reaktivitäten diskutieren und die Stöchiometrie ihrer Reaktionen berechnen</p> <p>(3) kennen und verstehen die Grundoperationen chemischer Laborarbeit</p> <p>(4) kennen die grundlegenden Modelle zum Atombau und der unterschiedlichen Bindungstypen bei Molekülen</p> <p>(5) verstehen die Prinzipien des chem. Gleichgewichts und seine Anwendung auf Lösevorgänge, Säuren-/Basen- und Redox-Reaktionen)</p> <p>Teil 2 - Praktische Chemie</p> <p>(6) verstehen das ingenieurmäßige Arbeiten zur strukturierten, lösungsorientierten Bearbeitung komplexer Aufgaben (wie in einem Planspiel, bei einer chemischen Projekt-Entwicklung) unter Berücksichtigung der Grundsätze wiss. Arbeitens</p> <p>(7) kennen und nutzen das Instrumentarium des Projektmanagements bei der Planung, Durchführung, Überwachung und Steuerung von Projekten</p>			



	<p>(8) kennen und nutzen Managementtechniken (wie Verhandlungs- und Besprechungsführung) zur professionellen Gestaltung der Führungs-, Diskussions- und Teamaufgaben</p> <p>Methodenkompetenzen: Lernorganisation und Lerntechniken; Umgang mit geleiteten Anforderungen der Studienhefte; Umgang mit theoretischen Konzepten und deren Anwendung auf praktische Probleme der beruflichen Realität; Hinführung zu den Regeln und Prinzipien des wissenschaftlichen Arbeitens; Online Arbeit mit der Lernplattform;</p> <p>Sozialkompetenzen: Seminaristischer Unterricht im Studiengruppen-Format mit gegenseitiger Vernetzung, Erarbeiten in Kleingruppen und Austausch von Lösungsstrategien für Übungen und Hausaufgaben; Umgang mit der Lernplattform und online Verhaltensregeln</p>
<p>Inhalte des Moduls</p>	<p>Teil 1 - Allgemeine Chemie Grundlagen der Chemie: Chemisches Rechnen, Nomenklatur chemischer Verbindungen; Atombau, Periodensystem: Beziehungen im Periodensystem, Elektronegativität; Chemische Bindung: Ionische Bindung, Bindung in Metallen und intermetallische Phasen, HSAB-Prinzip, MO-Theorie, Hybridisierung, mehratomige Moleküle, VSEPR-Modell, zwischenmolekulare Wechselwirkungen; Chemische Thermodynamik und Reaktionskinetik: Enthalpie, Entropie, Freie Enthalpie, Massenwirkungsgesetz, Reaktionsordnung, Katalyse; Wissenschaftliche Arbeit: Einführung, Zitieren, gute wiss. Praxis</p> <p>Teil 2 – Praktische Chemie Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens im chemischen Themenfeld (Hypothesen Formulierung, Arbeits- und Versuchsplanung); Gute wissenschaftliche Praxis; Anwendung in der Bearbeitung einer komplexen chemischen Projektaufgabe; Vermittlung der dazu notwendigen Fertigkeiten (wie Literatur-, Quellen-, Patent- und Datenrecherche; Lesen und Interpretieren wiss. Fachliteratur); Weiterführende Themen der Kommunikation, Konfliktmanagement, Gruppendynamik und Zusammenarbeit; Wiss. Schreiben, Protokollieren, Laborbuchführen und Präsentieren; Besonderheiten beim Erstellen von Patentschriften; Bewertungskriterien wiss. Arbeiten, Diskussions- und Feedback.</p>
<p>Lehr- und Lernmethoden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module Anorganische Chemie I (CB.3), Organische Chemie 1 (CB.5)</p>



	Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	Keine
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none">• Analytisches und logisches Denken• Selbständiges Lernen und Arbeiten
Literatur	Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. P. Schmidt (BTU Cottbus-Senftenberg, FB Naturwiss., Anorg. Chemie) Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Binnewies, Allgemeine und Anorganische Chemie, 2. Auflage, Springer Spektrum 2011 Weitere Literatur, insb. die Englische Originalliteratur, siehe Studienhefte



Titel des Moduls	Mathematik für Chemiker Mathematic for Chemists			
Kürzel:	CB.2			
Lehrveranstaltung	Mathematik für Chemiker Mathematic for Chemists			
Modulverantwortliche/r	Prof. Brecht			
Studienjahr / Semester				
Dauer	16 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	10			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Mathematik für Chemiker Mathematic for Chemists	40	260	300
	Summe	40	260	300
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) beherrschen grundlegende Rechenfertigkeiten der angewandten und höheren Mathematik mit den formellen Anforderungen (K1)</p> <p>(2) verstehen die Höhere Mathematik als Beschreibung von Naturphänomenen (K2)</p> <p>(3) erkennen Lösungswege für mathematische Aufgaben und anwenden von Lösungsansätze (K3, K4)</p> <p>(4) anwenden die Sprache der Mathematik, um im anwendungsbezogenen Felder der Chemie zum Beispiel für Modellbeschreibungen Lösungsansätze zu bewerten und zu entwickeln (K5, K6)</p> <p>Methodenkompetenzen:</p> <p>Mathematische Denk- und Lösungsstrategien für Probleme der Höheren Mathematik aneignen (K1, K2) und anwenden (K3);</p> <p>Analysieren und Bewerten von Lösungsansätzen (K4, K5) und Entwicklung eigener, zielführenden Lösungsstrategien anwendungsorientierter mathematischer Probleme (K6)</p> <p>Sozialkompetenzen:</p> <p>Seminaristischer Unterricht im Studiengruppen-Format, Erarbeiten in Kleingruppen und Austausch von Lösungsstrategien für Übungen und Hausaufgaben; Umgang mit der Lernplattform</p>			
Inhalte des Moduls	Komplexe Zahlen; Vektoralgebra, Vektorraum, Skalar, Vektorprodukt, Matrizen, Determinanten, Lin. Gleichungssysteme; Abbildungen und Funktionen: Zahlenfolgen. Konvergenz, Grenzwerte von Funktionen; Differenzierbarkeit und Ableitung von Funktionen: reellen Funktionen, Regel von l'Hospital, partielle Ableitungen, Funktionen mehrerer Variablen, zusammengesetzte Funktionen;			



	<p>Anwendung der Differentialrechnung: Implizit definierte Funktionen, impliziertes Differenzieren, Reihenentwicklung von Funktionen, Taylor-Reihen, lokale Extrema, Potenzreihen;</p> <p>Integralrechnung: Stammfunktion, bestimmte und unbestimmte. Integrale, Integrationsregeln, Integration besonderer Funktionen (natürlicher log, e-Funktion), uneigentliche Integrale, rationale Funktionen;</p> <p>Gewöhnliche Differentialgleichungen (DG): DG mit getrennten Variablen, exakte DG, lineare DG, DG erster und zweiter Ordnung, lineare DG-Systeme;</p> <p>Weiterführende Themen: Richtungsableitung, Tangentialebene, Optimierung mit NB, Bereichs-, Mehrfach-, Kurven-, Flächenintegrale, Vektorfelder.</p> <p>Die Teilnahme an einem dem Studium vorgeschalteten Brückenkurs wird empfohlen. Themen sind elementare Rechentechniken; Algebra: Potenz- und Logarithmusrechnungen, Dreisatz, Auflösen von Gleichungen; Einführung in die Differential- und Integralrechnungen: Ableitungsregeln, Mehrfachableitungen</p>
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module Physik für Chemiker (CB.4), Analytische Chemie 1 (CB.8), Physikalische Chemie 1 (CB.6), Technische Chemie (CB14)</p> <p>Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Materialwissenschaften.</p>
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten
Literatur	<p>Autor des begleitenden Studienheftes: PD Dr. S. Franz (TU Dresden, Inst. f. Mathematik) Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Brunner, Mathematik für Chemiker, Springer Spektrum, 2013 Weitere Literatur: Arens, Mathematik, Springer Spektrum, 2011; Walz, Brückenkurs Mathematik, Springer Spektrum, 2014; Wenzel, Übungsaufgaben zur Analysis, Mathematik für Ing., Naturwiss., Ökonomen und Landwirte, Springer Vieweg, 2005</p>



Titel des Moduls	Anorganische Chemie 1 Inorganic Chemistry 1			
Kürzel:	CB.3			
Lehrveranstaltung	Anorganische Chemie 1 Inorganic Chemistry 1			
Modulverantwortliche/r	Prof. Kandelbauer			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Anorganische Chemie 1 Inorganic Chemistry 1	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur, 90 Minuten, benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) haben Kenntnisse und Verständnis der grundlegenden Eigenschaften, Periodizität und Reaktivität in den Hauptgruppen</p> <p>(2) erkennen wie und warum chemische Reaktionen ablaufen (Säurestärke, Potentiale, Bindungsenergie, Entropieänderung) und können unter Einbeziehung der Konzepte und Inhalte der allgemeinen Chemie (Modul AAC) Vorhersagen zum Mechanismus und Reaktionsverlauf geben</p> <p>(3) erkennen und begründen die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Struktur und Reaktivität anorganischer Verbindungen</p> <p>(4) beherrschen prinzipielle Vorgehensweise bei der Darstellung und Verwendung von Elementen und Verbindungen der Hauptgruppen sowie ihrer analytischen Nachweise (5) beginnen sich eigenständig in chem. Zusammenhänge unter Nutzung wiss. Literatur einzuarbeiten.</p> <p>(6) sind sensibilisiert für die Zusammenhänge zwischen Chemie, Umwelt und Gesellschaft (Nachhaltigkeit, Ressourcennutzung, Schadstoffemissionen)</p> <p>Methodenkompetenzen: Physikalische Denk- und Modellvorstellungen zur Naturbeschreibung; Umgang mit den Gesetzen einer exakten Naturwissenschaft; Exemplarische Formulierung</p> <p>Sozialkompetenzen: Seminaristischer Unterricht im Studiengruppen-Format, Erarbeiten in Kleingruppen und Austausch von Lösungsstrategien für Übungen und Hausaufgaben; Umgang mit der Lernplattform</p>			



Inhalte des Moduls	Anorganische Stoffchemie der Hauptgruppen: Vorkommen, Nachweis, Gewinnung, Eigenschaften und Verwendung – Zentraler Inhalt ist die Chemie des Wasserstoffs und der Alkalimetalle (Gruppe 1), der Erdalkalien und der Bor-Gruppe (Gruppe 2 und 13), des Kohlenstoffs und seiner höheren Homologen (Gruppe 14), der Stickstoffgruppe und der Chalkogenide (Gruppe 15 und 16) sowie der Halogene und Edelgase (Gruppe 17 und 18); Zusätzlich werden Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit in der Chemie mit Bezug zur Umweltchemie sowie Ausblicke auf weiterführende Themen wie die Bioanorganische und die Supramolekulare Chemie behandelt.
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module Anorganische Chemie 2 (CB.10), Organische Chemie 1 (CB.5), Analytische Chemie 1 (CB.8), Physikalische Chemie 1 (CB.6) Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	Allgemeine Chemie (BC.1)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. P. Schmidt (BTU Cottbus-Senftenberg, FB Naturwiss., Anorg, Chemie I) Zugrunde gelegter Basistext: Binnewies, Allgemeine und Anorganische Chemie, 2. Auflage, Springer Spektrum 2011



Titel des Moduls	Physik für Chemiker Physics for Chemists			
Kürzel	CB.4			
Lehrveranstaltung	Physik für Chemiker Physics for Chemists			
Modulverantwortliche/r	Prof. Kemkemer			
Studienjahr / Semester				
Dauer	16 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	10			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Physik für Chemiker Physic for Chemists	40	260	300
	Summe	40	260	300
Studien/ Prüfungsleistungen	Klausur (120 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Modulziel / Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) kennen die wichtigsten physikalischen Grundlagen, Modellvorstellungen, Denk- und Herangehensweisen der Physik</p> <p>(2) beherrschen Rechenfertigkeiten der angewandten und höheren Mathematik zum Verständnis und zur Arbeit mit den math. Modelle der Physik (insbesondere der Umgang mit Gleichungen durch Umformen, Kürzen, Auflösen, Vektorrechnung, Trigonometrie, Differential- und Integralrechnung)</p> <p>(3) haben einen grundlegenden Überblick physikalischer Phänomene (wie Mechanik, Wärme, Elektrizität, Wellenlehre, Optik Atombau) und ihrer mathematischen Beschreibung als Vorbereitung der Vertiefung in den folgenden chemischen Modulen</p> <p>Methodenkompetenzen: Physikalische Denk- und Modellvorstellungen zur Naturbeschreibung; Umgang mit den Gesetzen einer exakten Naturwissenschaft; Exemplarische Formulierung</p> <p>Sozialkompetenzen: Seminaristischer Unterricht im Studiengruppen-Format, Erarbeiten in Kleingruppen und Austausch von Lösungsstrategien für Übungen und Hausaufgaben; Umgang mit der Lernplattform</p>			



Inhalte des Moduls	Grundlagen: Physikalische Maßsysteme, Vektoren; Mechanik: Kinematik, Kräfte, Arbeit, Energie, Impuls, Rotation, Trägheitsmomente, Fluide, Strömung, Reibung; Elektrizität: Elektronen, Strom, Spannung, Kapazität, Materie im elektrischen Feld; Magnetismus: Induktion, Materie im magnetischen Feld, Transformator; Wechselstrom, Maxwell'sche Gleichungen Optik: Wellengleichung, Überlagerung von Wellen, Interferenz, Beugung, Spektren; Einführung in die Quantenwelt: Welle Teilchen Dualismus (Vertiefung in pc2), Einführung in die Wärmelehre (Vertiefung in pc1)
Lernerfolg bzw. Modulziel	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module, Analytische Chemie 1 (CB.8), Physikalische Chemie 1 (CB.6), Technische Chemie (CB.14). Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	Keine, Grundlagen der Mathematik (BC.2) werden vorausgesetzt und wiederholt
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen in einer exakten Wissenschaft
Literatur	Autor des begleitenden Studienheftes: Dr. O. Fritsche (Wiss. Fachautor) Zugrunde gelegter Basistext: Tipler, Physik, Verlag Springer Spektrum, Heidelberg, 6. Auflage 2015, 1454 Seiten Weitere Literatur: Rybach, Physik für Bachelor s, Hanser Verlag, München, 2013; Stroppe, Physik für Ingenieure und Natur-wissenschaftler, Hanser Verlag, München 2012; Fritsche, Physik für Biologen und Mediziner. Verlag Springer Spektrum, 2013



Titel des Moduls	Organische Chemie 1 Organic Chemistry 1			
Kürzel	CB.5			
Lehrveranstaltung	Organische Chemie 1 Organic Chemistry 1			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	12 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	8			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Organische Chemie 1 Organic Chemistry 1	40	200	240
	Summe	40	200	240
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (120 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) haben einen Überblick über wesentliche Stoffklassen der org. Chemie, die Strukturen, Nomenklatur und Eigenschaften.</p> <p>(2) sind mit den funktionellen Gruppen und den hieraus folgenden typischen Reaktionen einzelner Stoffe vertraut und nutzen das Konzept funktioneller Gruppen um Eigenschaften und Reaktionen vorherzusagen.</p> <p>(3) können erste mechanistische Überlegungen zu Reaktionsverläufen anstellen und die Einflussgrößen benennen.</p> <p>(4) verstehen und planen erste Synthesewege im Labor und in der technischen Umsetzung</p> <p>Methodenkompetenzen: Verknüpfungen organischer Reaktionswege nach funktionellen Gruppen; Nutzung funktioneller Gruppen zum Umgang mit und der Systematisierung der Vielfalt organischer Verbindungen; korrekte Bezeichnung und Visualisierung von Formeln unter Berücksichtigung der Stereochemie</p> <p>Sozialkompetenzen: Vorbereitung der praktischen Arbeiten erfolgen in Kleingruppen; Austausch innerhalb der Studiengruppe über Strukturen, Benennungen und Reaktionen organischen Molekülen</p>			
Inhalte des Moduls	<p>Überblick über die org. Stoffchemie und der zugehörigen (Namens-)Reaktionen; Strukturaufbau organischer Moleküle durch Verknüpfung von Kohlenstoffatomen, zusätzliche Eigenschaften durch Heteroatomen; Stoffchemie und Reaktionen der: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine; Halogenverbindungen; Reaktion der nucleophilen Substitution; Alkohole, Ether, Thioalkohole, Thioether, Amine; Reaktionen der Substitution, Eliminierung, Dehydrierung, Addition; Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Aromaten – Reaktionen der Reduktion, Oxidation, Addition, Veresterung; intramolekulare M- und I-Effekte; Hydroxycarbonsäuren, -aldehyde, -ketone; Naturstoffchemie: Kohlenhydrate, Aminosäuren, Peptidbindung, Heterocyclen</p>			



Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module Organische Chemie 2 (CB.11), Nachhaltige Prozesse (CB15.), Makromolekulare Chemie (CB.18).</p> <p>Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.</p>
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossenes Modul Allgemeine Chemie (CB.1).
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autor der begleitenden Studienhefte: Dr. C. Mamat (TU Dresden, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Pharmaz. Chemie)</p> <p>Zugrunde gelegter Basistext: Latscha, Organische Chemie – Basiswissen, Springer Spektrum 2013, 6. A, (kompakt); Clayden, Organische Chemie, Springer Spektrum, 2. A. 2013 (ausführlich, zur Vertiefung, über den Rahmen des Modules);</p> <p>Weitere Literatur: Bruice, Organische Chemie, Pearson Studium, 5. A. 2007 (sehr ausführlich); Sowie weitere Literaturangaben zu Originalquellen und Übersichtstexten am Ende der jeweiligen Studienhefte;</p>



Titel des Moduls	Physikalische Chemie 1 Physical Chemistry 1			
Kürzel	CB.6			
Lehrveranstaltung	Physikalische Chemie 1 Physical Chemistry 1			
Modulverantwortliche/r	Prof. Bell			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Physikalische Chemie 1 Physical Chemistry 1	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) kennen die allgemeiner Beziehungen zwischen Struktur, physikalischen und chemischen Eigenschaften von Elementen und Verbindungen sowie deren Zuständen im Gleichgewicht.</p> <p>(2) verstehen das makroskopischen Zustandsverhalten der Materie und können dieses anhand der atomistischen Theorien interpretieren und für Vorhersagen nutzen.</p> <p>(3) verstehen und nutzen die thermodynamischen Energiefunktionen, um Prozesse mit Hilfe von thermodynamischen Daten vorauszusagen und die Lage von Gleichgewichten zu berechnen. (4) erlernen die physikochemischen Denk- und Arbeitsmethodik und verstehen deren Aussagekraft, auch in Analogie zu den mathematischen Konzepten aus Physik und Mathematik (Brücke zu Modulen MAT und PHY).</p> <p>(4) kennen, verstehen und können Zustandsbeschreibungen einmehphasiger reiner Stoffe und Mischungen nutzen</p> <p>(5) kennen die Ermittlung und Interpretation von energetischen und kinetischen Daten chemischer Vorgänge und nutzen sie</p> <p>(6) verstehen die Energetik chemischer Reaktionsverläufe</p> <p>Methodenkompetenzen: Reduktion der Fülle physiko-chem. Effekte auf wenige grundlegende Zusammenhänge; Verknüpfung von chemischen Stoff- und Reaktionswissens mit makroskopischen Zustandsbeschreibungen durch thermodynamische und kinetische Parameter (Brücke AAC, AO1, OC1); Mathematische Beschreibung chem. Vorgänge (Vorbereitung höherer Module, insb. TCH) mit korrekten SI-Einheiten und passenden Zustandsgrößen</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch innerhalb der Studiengruppe über physiko-chem. Denkmodelle, Beschreibungen und Aufgabenlösungen;</p>			



<p>Inhalte des Moduls</p>	<p>Grundlagen Thermodynamik: Verhalten von Gasen: System, Zustand und Gib Phasenregel, pVT-Diagramm eines Einkomponenten-Systeme, Prozesse und Gleichgewichte, Prozessgrößen Arbeit und Wärme, Ideale Gase und Daltonsches Partialdruckgesetz, Kinetische Gastheorie und Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Reale Gase und Van-der-Waalssche Gleichung, Der Joule-Thomson-Effekt, Diffusion und Ficksche Gesetze, Wärmeleitung nach Fourier, Viskosität und Impulstransport</p> <p>Chemische Thermodynamik: Inneren Energie U, Gleichverteilungssatz und Molwärme von Gasen, Isotherme und Adiabatische Volumenarbeit, Carnotsche Kreisprozess, Enthalpie und physikalische Prozesse, Thermochemie und Satz von Hess, Konzept der Entropie nach Clausius und Boltzmann, Freie Enthalpie und Gibbs-Helmholtz-Gleichung, Gibbssche Fundamentalgleichung und chemisches Potenzial, Exergonische und endergonische Reaktionen und Lage des Gleichgewichts, Die van't Hoff'sche Reaktionsisobare, Erhöhung der Ausbeute nach Le Chatelier ; Phasengleichgewichte: reine Stoffe, Dampfdruck Clausius-Clapeyronsche Gleichung, Oberflächenspannung, Krümmungsdruck nach Laplace, Youngscher Randwinkel und Kapillarität, Partielle molare Größe und Gibbs-Duhem Gleichung, Ideale Phasengleichgewichte nach Raoult, Henry & Nernst, Kryoskopie und Ebullioskopie, Osmose und osmotischer Druck nach Van't Hoff, Dampfdruckdiagramm und Siedediagramme, Siedelinie, Taulinie, Azeotrope, Konoden und Hebelgesetz, Phasendiagramme mit Mischungslücke, Schmelzdiagramme idealer Zweikomponentensysteme, Eutektikum, Dreikomponentensystemen, Adsorption, Phasengleichgewicht; Reaktionskinetik: Geschwindigkeitsgesetz und Reaktionsordnung, Einfache Reaktionen Nullter Ordnung und Erster Ordnung, Reaktionen mit einfacher Kinetik Zweiter Ordnung, Reaktionsprofil und Arrheniussche Aktivierungsenergie, Stoßtheorie und Eyring-Theorie, Mechanismus von Gleichgewichtsreaktionen, Folgereaktionen und Bodensteinsches Quasistationaritätsprinzip, Mechanismus einer Enzymkatalyse nach Michaelis-Menten, Mechanismus einer Kettenreaktionen;</p> <p>Elektrochemie: Leiter Erster und Zweiter Klasse, Ionenstärke, Aktivitätskoeffizient und Debye-Hückel-Theorie, Spezifische und molare Leitfähigkeit, Äquivalent- und Grenz-Leitfähigkeit, Beweglichkeit und Driftgeschwindigkeit, Faradaysche Durchtrittsreaktion an Anode und Kathode, Elektroden und Nernstsche Gleichung, Zusammenschaltung von Elektroden zu Galvanischen Zellen, Diffusions-, Membran- und Donnan-Potenzial, Zersetzungsspannung bei der Elektrolyse, Elektrodenkinetik nach Butler-Volmer und Tafel, Elektroden im diffusionslimitierten Modus, Mischpotenzial und Korrosion.</p>
<p>Lehr- und Lernmethoden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module, Analytische Chemie 2 (CB.10), Physikalische Chemie 2 (CB.12), Technische Chemie (CB.14).</p>



	Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Mathematik für Chemiker (BC.2), Physik für Chemiker (BC.4)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none">• Analytisches und logisches Denken• Selbständiges Lernen und Arbeiten• Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft• Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. Günther Lauth (HS Aachen, FB Chemie/Biologie, Physik. Chemie) Zugrunde gelegter Basistext: Atkins, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, 5. A 1315 Seiten:



Titel des Moduls	Projekt und Laborphase 1 <i>Project and Laboratory Phase 1</i>					
Kürzel	CB.7					
Lehrveranstaltung	Integrierte Laborphase 1 <i>Integrated Laboratory Phase 1</i>					
Modulverantwortliche/r	Prof. Krastev					
Studienjahr / Semester						
Dauer	1 Woche (Block)					
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert					
ECTS-Credits	6					
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	/	in	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Präsenz vor Ort					
				50	130	180
	Summe			50	130	180
Studien- / Prüfungsleistungen:	Kontinuos Assessment					
Teilnehmerzahl	2-4 je Gruppe					
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) vertieften die in den vorausgegangenen Lernmodulen erworbenen Lernergebnisse durch Anwendung, Interpretation und Vernetzung mit ausgewählten Versuchen.</p> <p>(2) haben ein Verständnis der Grundgrößen und grundlegenden Gesetzmäßigkeiten und Konzepte der Chemie und können sie anwenden unter Auffrischung ihrer Lernergebnisse aus der Ausbildungs- und Berufstätigkeit.</p> <p>(3) können chem. Elemente und Verbindungen (ionische Verbindungen, Molekül- und Komplexverbindungen) benennen, in den Reaktivitäten vorhersagen und so für Reaktionsplanungen nutzen.</p> <p>(4) kennen die grundlegenden experimentellen Operationen chemischen Arbeitens.</p> <p>(5) nutzen die Eigenschaften und Reaktionen ausgewählter Elemente und Verbindungsklassen zur Versuchsplanung und Durchführung unter Berücksichtigung Guter Laborpraxis zum sichereren und nachhaltigen Arbeiten.</p> <p>Methodenkompetenzen: Labororganisation; wissenschaftliches Arbeiten, effiziente und effektive Versuchsplanung und Durchführung; kritisches Hinterfragen, Einordnen und Reflektieren der Ergebnisse</p> <p>Sozialkompetenzen: Zusammenarbeit in Kleingruppen; Gemeinsames Erarbeiten von Lösungen gestellter Aufgabe</p>					
Inhalte des Moduls	Wiederholung der praktischen Grundlagen der Chemie: Chemisches Rechnen, Nomenklatur chemischer Verbindungen, sicherer Umgang mit Chemikalien, Laborapparate; Grundoperationen der Chemie: Durchführung von chemischen Reaktionen der anorganische, analytischen und organischen Chemie in unterschiedlichen Formaten (wie Makro-, Halbmikro-, Mikromaßstab); Grundoperationen im Labor (wie Filtrationen, Zentrifugieren, Extrahieren, Destillieren, Umkristallisieren, chromatographische Trennungen); Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten.					



Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums auch unter online Austausch • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume (• Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Workshop, Seminar, Vorlesung an der Hochschule • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Kurzzusammenfassung als wiss. Poster mit Poster-Präsentation • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte • Exkursion zu chemisch-orientierten Laboren und Betrieben mit ergänzendem Praxisbezug
Verwendbarkeit des Moduls	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module Labor Praktikum 2, 3 und 4 (CB.9, CB17 und CB.19)</p> <p>Die Kenntnisse aus dieses Zertifikatskurs können für weitere Studium in Studiengänge Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder ähnliche benutzt werden</p>
Voraussetzungen:	<p>erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1); Anorganische Chemie 1 (CB.3)</p>
Niveaustufe des Moduls	<p>6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)</p>
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Rhetorik und sprachliche Kompetenz • wissenschaftliches Schreiben der Praktikumsberichte • Teamarbeit und Teamfähigkeit in Praktikumsgruppen
Literatur	<p>Begleitende Skripten für die Versuchsdurchführung, sowie die Literatur der Module aac, ao1 und weiterführende Literatur nach Absprache mit den Betreuern</p>



Titel des Moduls	Analytische Chemie 1 Analytical Chemistry 1			
Kürzel	CB.8			
Lehrveranstaltung	Analytische Chemie 1 Analytical Chemistry 1			
Modulverantwortliche/r	Prof. Rebner			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Analytische Chemie 1 Analytical Chemistry 1	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 - 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) verstehen das grundsätzliche Vorgehen zur Probengewinnung und Aufarbeitung, insb. um Verunreinigungen zu vermeiden</p> <p>(2) verstehen und nutzen klassische und moderne Analyseverfahren (insb. Nachweis-, Bestimmungs- und Detektionsgrenzen)</p> <p>(3) wissen und verstehen den Gesamtprozess analytischer Arbeit (insb. mit Bezug zu Zertifizierungen, GMP)</p> <p>(4) nutzen ihre grundlegenden Kenntnisse über die Arbeitsweise wichtiger instrumenteller Analyseverfahren zur ersten Auswahl und Bewertung experimentellen Vorgehens (weiter vertieft in ac2)</p> <p>(5) vertiefen ihre Sensibilisierung für Zusammenhänge zwischen Chemie, Umwelt und Gesellschaft (Nachhaltigkeit, Ressourcennutzung, Schadstoffemissionen und deren Analytik aus ao1 und ao2)</p> <p>Methodenkompetenzen: Überblickswissen über die Analysemethoden; Entscheidungs- und Handlungskompetenz für ein gegebenes Analyseproblem eine Methode zu wählen und zwischen verschiedenen Methoden abzuwägen (vertieft in ac2)</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch innerhalb der Studiengruppe über Analyseprobleme; Stimulation der chemisch-analytischen Diskussion in Kleingruppen</p>			
Inhalte des Moduls	Grundlagen der Analytik: Versuchsplanung, Probenentnahme und -vorbereitung, Trennverfahren, Derivatisierung, Qualitäts-sicherung und Kalibrierung, Auswerte-Verfahren; traditionelle analytische Verfahren: Maßanalyse als Säure-Base-Titration, Fällungs-Titration, Komplexbildung, Redox-Titration, Gravimetrie, Volumetrie, Photometrie, Konduktometrie, Potentiometrie; Chromatographische Methoden: Grundlagen (Diffusion und Bodenhöhe, Trennmaterialien), Dünnschichtchromatographie, Prinzip und Beispiele, Ionen-chromatographie, Ionenaustauscher (Anionen, Kationen), Selektivität der Materialien, Ionenpaar-Chromatographie, Gaschromato-graphie, Säulenarten (gepackte Säulen, Kapillarsäulen), Probenvorbereitung, Injektionsarten; HPLC,			



	Elutionsprozesse (isokratisch, Gradient), Auswahl des Trennprozesses und der Trennphasen, Molekülausschluss- und Affinitäts-Chromatographie; Elektrophorese: Grundlagen elektrophoretischer Trennung und Kapillarelektrophorese, Elektroosmose; Atom- (AAS, AES, RFA, ICP) und Molekülspektroskopie (UV/VIS, IR/Raman, Fluoreszenz, NMR, MS).
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module, Technische Chemie (CB.14), Nachhaltige Prozesse (CB.15) Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossenes Module Allgemeine Chemie (CB.1), Mathematik für Chemiker (CB.2), Anorganische Chemie 1 (CB.3)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. T. Werner (HS Mannheim, Inst. f. Analytische Chemie)</p> <p>Zugrunde gelegter Basistext: Harris, Grundlagen Quantitativ Verlag Springer Spektrum, 8. A. 2014 Weitere Literatur: nach Absprache Vorbereitung und im Verlauf des Modules .</p>



Titel des Moduls	Projekt und Laborphase 2 <i>Project and Laboratory Phase 2</i>			
Kürzel	CB.9			
Lehrveranstaltung	Projekt und Laborphase 2 <i>Project and Laboratory Phase 2</i>			
Modulverantwortliche/r	Prof. Krastev			
Studienjahr / Semester				
Dauer	1 Woche (Block)			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung / in Präsenz vor Ort	Tutorium	Selbststudium	Summe
		50	130	180
	Summe	50	130	180
Studien-/Prüfungsleistungen:	Kontinuos Assessment			
Teilnehmerzahl	2-4 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) vertiefen die in den vorausgegangenen Lernmodulen erworbenen Lernergebnisse durch Anwendung, Interpretation und Vernetzung mit ausgewählten Versuchen.</p> <p>(2) haben ein Verständnis der Grundgrößen und grundlegenden Gesetzmäßigkeiten und Konzepte der Chemie und können sie anwenden unter Auffrischung ihrer Lernergebnisse aus der Ausbildungs- und Berufstätigkeit.</p> <p>(3) können chem. Elemente und Verbindungen (ionische Verbindungen, Molekül- und Komplexverbindungen) benennen, in den Reaktivitäten vorhersagen und so für Reaktionsplanungen nutzen.</p> <p>(4) kennen die grundlegenden experimentellen Operationen chemischen Arbeitens.</p> <p>(5) nutzen die Eigenschaften und Reaktionen ausgewählter Elemente und Verbindungsklassen zur Versuchsplanung und Durchführung unter Berücksichtigung Guter Laborpraxis zum sichereren und nachhaltigen Arbeiten.</p> <p>(6) verstehen das ingenieurmäßige Arbeiten zur strukturierten, lösungsorientierten Bearbeitung komplexer Aufgaben (wie in einem Planspiel, bei einer chemischen Projekt-Entwicklung) unter Berücksichtigung der Grundsätze wiss. Arbeitens</p> <p>(7) kennen und nutzen das Instrumentarium des Projektmanagements bei der Planung, Durchführung, Überwachung und Steuerung von Projekten</p> <p>(8) kennen und nutzen Managementtechniken (wie Verhandlungs- und Besprechungsführung) zur professionellen Gestaltung der Führungs-, Diskussions- und Teamaufgaben</p>			



Inhalte des Moduls	<p>Wiederholung der praktischen Grundlagen der Chemie: Chemisches Rechnen, Nomenklatur chemischer Verbindungen, sicherer Umgang mit Chemikalien, Laborapparate; Grundoperationen der Chemie: Durchführung von chemischen Reaktionen der anorganische, analytischen und organischen Chemie in unterschiedlichen Formaten (wie Makro-, Halbmikro-, Mikromaßstab); Grundoperationen im Labor (wie Filtrationen, Zentrifugieren, Extrahieren, Destillieren, Umkristallisieren, chromatographische Trennungen); Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten.</p> <p>Methodenkompetenzen: Labororganisation; wissenschaftliches Arbeiten, effiziente und effektive Versuchsplanung und Durchführung; kritisches Hinterfragen, Einordnen und Reflektieren der Ergebnisse</p> <p>Sozialkompetenzen: Zusammenarbeit in Kleingruppen; Gemeinsames Erarbeiten von Lösungen gestellter Aufgabe</p>
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums auch unter online Austausch (• Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Workshop, Seminar, Vorlesung an der Hochschule • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Kurzzusammenfassung als wiss. Poster mit Poster-Präsentation • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte • Exkursion zu chemisch-orientierten Laboren und Betrieben mit ergänzendem Praxisbezug
Verwendbarkeit des Moduls	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module Labor Praktikum 3 und 4 (CB.17 und CB.19)</p> <p>Die Kenntnisse aus dieses Zertifikatskurs können für weitere Studium in Studiengänge Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder ähnliche benutzt werden</p>
Voraussetzungen	<p>erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1); Anorganische Chemie 1 (CB.3), Labor Praktikum 1 (CB.7)</p>
Niveaustufe des Moduls	<p>6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)</p>
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Rhetorik und sprachliche Kompetenz • wissenschaftliches Schreiben der Praktikumsberichte • Teamarbeit und Teamfähigkeit in Praktikumsgruppen



Literatur	Begleitende Skripten für die Versuchsdurchführung, sowie die Literatur der Module aac, ao1 und weiterführende Literatur nach Absprache mit den Betreuern



Titel des Moduls	Anorganische Chemie 2 Inorganic Chemistry 2			
Kürzel:	CB.10			
Lehrveranstaltung	Anorganische Chemie 2 Inorganic Chemistry 2			
Modulverantwortliche/r	Prof. Kandelbauer			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Anorganische Chemie 2 Inorganic Chemistry 2	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur, 90 Minuten, benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) haben Kenntnisse und Verständnis der grundlegenden Eigenschaften, Periodizität und Reaktivität in den Hauptgruppen</p> <p>(2) erkennen wie und warum chemische Reaktionen ablaufen (Säurestärke, Potentiale, Bindungsenergie, Entropieänderung) und können unter Einbeziehung der Konzepte und Inhalte der allgemeinen Chemie (Modul AAC) Vorhersagen zum Mechanismus und Reaktionsverlauf geben</p> <p>(3) erkennen und begründen die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Struktur und Reaktivität anorganischer Verbindungen</p> <p>(4) beherrschen prinzipielle Vorgehensweise bei der Darstellung und Verwendung von Elementen und Verbindungen der Hauptgruppen sowie ihrer analytischen Nachweise</p> <p>(5) beginnen sich eigenständig in chem. Zusammenhänge unter Nutzung wiss. Literatur einzuarbeiten.</p> <p>(6) sind sensibilisiert für die Zusammenhänge zwischen Chemie, Umwelt und Gesellschaft (Nachhaltigkeit, Ressourcennutzung, Schadstoffemissionen)</p> <p>Methodenkompetenzen: Nutzung grundsätzliche, periodische Eigenschaften zur Komplexitätsreduktion der anorganischen Verbindungen; Verknüpfungen der anorganischen Reaktionsmechanismen mit anderen Teildisziplinen der Chemie (Organische Chemie, Biochemie)</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch innerhalb der Studiengruppe über Nomenklaturen, Reaktionswege; Stimulation der chemischen Diskussion über Reaktivitäten und wahrscheinlichen Reaktionsverläufen</p>			
Inhalte des Moduls	Anorganische Stoffchemie der Nebengruppen: Vorkommen, Nachweis, Gewinnung, Eigenschaften, Synthese von Verbindungen und Verwendung – insbesondere unter besonderer Berücksichtigung der			



	Komplexchemie (insbesondere Räumlicher Aufbau, Isomerie, Elektronische Verhältnisse und Spektroskopische Eigenschaften, Chelat-Effekte, Verwendung in Synthesen), Katalyse, Bioanorganik, sowie der, Kristall- und Festkörperchemie (Synthesen, Eigenschaften und Festkörperanalytik; Kristallisation und Kristallzüchtung); Metalle und deren Verbindungen (Legierungen, Elektrische Eigenschaften und Halbleiter, Ferroelektrika, Supraleiter, Magnetische Eigenschaften; Optische Eigenschaften und Pigmente)
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module Analytische Chemie 1 (CB.8), Organische Chemie 1 (CB.5), Physikalische Chemie 1 (CB.6) Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	Anorganische Chemie 1 (CB.3)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. M. Binnewies (Universität Hannover, Institut für Anorganische Chemie) Anorg. Chemie Zugrunde gelegter Basistext: Binnewies, Allgemeine und Anorganische Chemie, 2. Auflage, Springer Spektrum 2011



Titel des Moduls	Organische Chemie 2 Organic Chemistry 2			
Kürzel	CB.11			
Lehrveranstaltungen	Organische Chemie 2 Organic Chemistry 2			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	12 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Organische Chemie 2 Organic Chemistry 2	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) kennen die Besonderheiten ungesättigter organischer Doppel- und Mehrfachbindungssysteme mit und ohne Heteroatome.</p> <p>(2) verstehen die Reaktionsbeeinflussenden Konzepte und können diese zur Vorhersage und zur Reaktionssteuerung nutzen</p> <p>(3) verstehen die Mechanistischen Konzepte und reaktiver Spezies in der OC und darüber hinaus (Brücke zu ao1, ao2, pc2)</p> <p>(4) wissen über mögliche Nebenreaktionen und wie diese zu minimieren sind</p> <p>(5) können Mechanismen für Reaktionsabläufe entwickeln und Wahrscheinlichkeiten der Haupt- und Nebenprodukte bewerten.</p> <p>(6) entwickeln Vorschläge für Syntheseplanungen in Abhängigkeit der gewünschten und unerwünschten Produkte</p> <p>Methodenkompetenzen: Prinzipien und Konzepte der mechanistischen organischen Chemie; Reaktionskontrolle und Steuerung; wichtige experimentelle Hilfsmittel und Reagenzien (zur sterischen Kontrolle)</p> <p>Sozialkompetenzen: Stimulierter Austausch in der Studiengruppe zu Mechanismen, Reaktionskontrolle usw., auch in Teams;</p>			
Inhalte des Moduls	<p>Reaktionen und Mechanismen am gesättigten C-Atom: Radikalische u. Nucleophile aliphatische Substitution; Reaktionen und Mechanismen am und zum ungesättigten sp²-hybridisierten C-Atom: Eliminierungen (E1, E2, E1cb) Additionen, Reaktionen an Doppel- und Mehrfachbindungen mit und ohne Heteroatomen (O, S, N), an konjugierten und Doppelbindungssystemen und aromatischen Verbindungen (aromatische Substitution); Cycloreaktionen; Reaktionskontrolle und Steuerung (thermodyn. und kinetisch) über Reaktionsbedingungen; Reaktionsenergiendiagramme, Aktivierungsenergien; Konformation und sterische Hinderung; mögliche Nebenreaktionen und Vorhersage des Reaktionsverlaufs mit möglichen Produkten; empirische Regeln wie Markovnikov- und anti-Markovnikov-Produkte; Regioselektivität</p>			



Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module Nachhaltige Prozesse (CB.15), Makromolekulare Chemie (CB.18). Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1) und Organische Chemie 1 (CB.5)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autor der begleitenden Studienhefte: Dr. C. Mamat (TU Dresden, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Pharm. Chemie)</p> <p>Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Latscha, Organische Chemie – Basiswissen, Springer Spektrum 6. A. 2013, (kompakt); Clayden, Organische Chemie, Springer Spektrum, 2. A. 2013 (ausführlich, zur Vertiefung, über den Rahmen des Modules);</p> <p>Weitere Literatur: Bruice, Organische Chemie, Pearson Studium, 5. A. 2007 (sehr ausführlich); Buddrus, Grundlagen der organischen Chemie, De Gruyter, Berlin, 5. A., 2015 (sehr übersichtliche Kapitel); Schwetlick, Organikum, Wiley-VCH, 24.A. 2015, (kurze und gute Übersichtskapitel, experimentell orientiert); Sowie weitere Literaturangaben am Ende der jeweiligen Studienhefte zu Originalquellen und Übersichtstexten</p>



Titel des Moduls	Physikalische Chemie 2 Physical Chemistry 2			
Kürzel	CB.12			
Lehrveranstaltungen	Physikalische Chemie 2 Physical Chemistry 2			
Modulverantwortliche/r	Prof. Krastev			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Physikalische Chemie 2 Physical Chemistry 2	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 - 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) verstehen den Dualismus zwischen Welle und Teilchen und können die Grundmodelle der Quantenchemie beschreiben</p> <p>(2) können die daraus resultierenden Folgen Quantenchemischer Überlegungen auf die Denkmodelle, Mechanismen und Reaktionskonzepte der chemischen Disziplinen benennen und nutzen.</p> <p>(3) verstehen die Folgen Quantenchemischer Denkmodelle für die Beschreibung elektronischer Molekülsysteme</p> <p>(4) verstehen und nutzen Quantenchemische Zusammenhänge zum tieferen Verständnis Spektroskopischer Vorgänge</p> <p>Methodenkompetenzen: Verständnis für die Denkmodelle und Größen Quantenchemischer Berechnungen und Beschreibungen, sowie Überblick über mögliche Anwendungen; Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Spektroskopischem Verhalten und Molekülsystemen</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch in der Studiengruppe über quantenchem. Denkmodelle, Beschreibungswege und Aufgaben</p>			
Inhalte des Moduls	<p>Quantenchemie: Postulate der Quantenmechanik, Bedeutung Wellenfunktion, Observable und die zugehörigen linearen, hermiteschen Operatoren; Eigenwertgleichung vs. Erwartungswert; Heisenberg'sche Unschärferelation, Varianz und Standardabweichung nicht-kommutierender Operatoren; zeitabhängige Schrödinger-Gleichung, Superposition von Zuständen Lösungen Schrödinger-Gleichung Beispiele exakt lösbarer quantenmechanischer Systeme: Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator, starrer Rotator, Wasserstoffatom; Vielelektronensysteme: Spin, Raum- und Spinorbitale; Pauli- Prinzip; MO Theorie lokalisierter und delokalierter MO's; Bedeutung und Anwendung an ausgewählten Beispielen wie der Simulation chemischer Bindungssysteme, Docking- und Molekulare Simulationsstudien; Photoelektronen-Spektroskopie; Bindung und Symmetrie</p>			
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung 			



	<ul style="list-style-type: none"> • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	<p>als Voraussetzung erforderlich für die Module, Analytische Chemie 2 (CB.13), Technische Chemie (CB.14)</p> <p>Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.</p>
Voraussetzungen	<p>erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Mathematik für Chemiker (CB.2), Physik für Chemiker (CB.4), Physikalische Chemie 1 (CB.6)</p>
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autoren der begleitenden Studienhefte: Prof. Dr. B. Engel (Julius-Maximilians U Würzburg, Inst. f. Physik.&Theo. Chemie); Prof. Dr. S. Gräfe (Friedrich-Schiller U Jena, Inst. f Physik. Chemie).</p> <p>Zugrunde gelegtes Basistext: Atkins, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, 5. A. 2013, 1315 Seiten; Weitere Literatur: Tipler, Physik, Verlag Springer Spektrum, Heidelberg, 6. Auflage 2015; 1454 Seiten Und zudem nach Absprache im Vorlauf zum Modul</p>



Titel des Moduls	Analytische Chemie 2 Analytical Chemistry 2			
Kürzel	CB.13			
Modulverantwortliche/r	Prof. Rebner			
Dauer	10 Wochen			
Studienjahr / Semester				
Lehrsprache	Deutsch			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Analytische Chemie 2 Analytical Chemistry 2	30	150	180
	Summe	30	150	180
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) haben einen grundlegenden Überblick über gängige instrumentelle Analyseverfahren</p> <p>(2) verstehen die grundlegenden Arbeitsweisen und ihre Praxis-Anwendung bei beispielhaften inst. Analyseverfahren</p> <p>(3) verstehen und nutzen die Einsatzmöglichkeiten und bewerten mögliche Vorgehensweisen zur Erlangung der Analysewerte</p> <p>(4) verstehen die Fehlerquellen und können eine statistische valide Beurteilung der Messergebnisse durchführen</p> <p>(5) vertiefen die Sensibilisierung für Zusammenhänge zwischen Chemie, Umwelt und Gesellschaft (Nachhaltigkeit, Ressourcennutzung, Schadstoffemissionen und deren Analytik</p> <p>Methodenkompetenzen: Überblickswissen über die Analysemethoden; Entscheidungs- und Handlungskompetenz für ein gegebenes Analyseproblem eine Methode zu wählen und zwischen verschiedenen Methoden abzuwägen;</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch innerhalb der Studiengruppe über Analyseprobleme; Stimulation der chemisch-analytischen Diskussion in Kleingruppen</p>			
Inhalte des Moduls	Molekülspektroskopie II: Massenspektrometrie (MS), Elektronenstoßionisation (Molekül-Ion, Isotopenmuster, Spektren-Interpretation), Arten der MS (Transmissions-Quadrupol MS, Flugzeit MS (MALDI), Ionenfallen MS), HPLC- und GC-MS, Kernresonanzspektroskopie (NMR; Grundlagen, Kerne im Magnetfeld, Resonanz Abschirmung und chem. Verschiebung, Spin-Spin- Kopplung, Kopplung zweier mehrerer Protonengruppen, Auswertung 1H-NMR- und 13C-NMR-Spektren, 2D-NMR- Spektroskopie); Elektrochemie: Elektroanalyt. Verfahren (Potentiometrie, Elektrogravimetrie, Coulometrie, Voltametrie); Analyt. Verfahren im Kurzüberblick: Elektrogravimetrie, Therm. Analyse, Thermogravimetrie, Differenzkalorimetrie, Radiochemische Analysen (Tracermethoden, Rad. Altersbestimmung, Radioimmunassay), Bioanalyt. Verfahren (wie normale und zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie); Sensoren und			



	Automatisierungstechniken: Elektrochem. Sensoren, Fließ-Injektionsanalyse, Kombination mit Sensoren; Statistik: Exp. Fehler (Zufallsfehler, Systemat. Fehler, Fehlerfortpflanzung), stat. Auswertung, Messwertverteilung, t-Test, Methodvalidierung (Standardzusatz, innerer Standard);
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für die Module, Technische Chemie (CB.14), Nachhaltige Prozesse (CB.15) Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Analytische Chemie 1 (CB.8) und Mathematik für Chemiker (CB.2).
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Harris, Grundlagen Quantitativen Analyse, Verlag Springer Spektrum, 8. A. 2014 Weitere Literatur: nach Absprache zur Vorbereitung und im Verlauf des Modules



Titel des Moduls	Technische Chemie Technical Chemistry			
Kürzel	CB.14			
Lehrveranstaltungen	Technische Chemie Technical Chemistry			
Modulverantwortliche/r	Prof. Bell			
Studienjahr / Semester				
Dauer	10 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	5			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Technische Chemie Technical Chemistry	30	120	150
	Summe	30	120	150
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (90 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 - 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <p>(1) kennen die Grundbegriffe und Größen technischer Verfahren und können sie anwenden</p> <p>(2) kennen und beurteilen beispielhafte Produktionsverfahren in Abhängigkeit der Maßstäbe, ihrer Varianten</p> <p>(3) verstehen die Kriterien der Verfahrensauswahl, und die Bedeutung und Einsatz von Katalysatoren</p> <p>(4) kennen Produktionsströme und Herstellungsprozesse wichtiger Grundchemikalien mit Gemeinsamkeiten und Unterschieden</p> <p>(5) können beispielhafte Transportphänomene, Leistungskorrelationen für Reaktoren mathematisch bearbeiten</p> <p>(6) können die Abläufe in Reaktoren und Verfahren vorhersagen und entsprechend beurteilen und auswählen</p> <p>Methodenkompetenzen: Einordnung und Verständnis für die mathematischen Beschreibungen technischer Verfahren, um mit Verfahrensingenieure und Techniker sprechen zu können und Entscheidungen zu begleiten</p> <p>Sozialkompetenzen: Stimulierter Austausch innerhalb der Studiengruppe über Verfahrenstechniken, Kleingruppen Arbeit in der Berechnung und mathematischen Beschreibung</p>			
Inhalte des Moduls	Wiederholung von Grundlagen und Größen: wie Enthalpie, freie Enthalpie, Gibbs-Energie; Exotherm /endotherm, exergonische/ endergonische Reaktionen; Transportphänomene: (wie Wärmetransport durch Konvektion, Strahlung, Stofftransport durch Diffusion, Stoffdurchgang); Thermodynamische Grundlagen der Kinetik, Kinetische Modelle; Reaktortypen: math. Beschreibung, Klassifikation, Idealer Reaktor (kontinuierlicher Rührkesselreaktor, Strömungsreaktor), Massenbilanz, Leistungsrechnung, Abweichung vom idealen Verhalten, Verweilzeiten; Reale Reaktoren und deren Anwendungszwecke (wie Rohrbündelreaktor, Wirbelschicht, Füllkörperkolonne, Blasensäule,			



	Sprühturm); Maßstäbe technischer Produktionsverfahren: Verfahrensauswahl, beispielhafte Lebenszyklen unter ökonomischen, standortabhängigen und technischen Rahmenbedingungen; Katalysatoren in der Verfahrensentwicklung; Herstellungsprozesse und Nutzung wichtiger Grundchemikalien, beispielhafte Produktionsströme der technischen anorganischen und organischen Chemie
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	als Voraussetzung erforderlich für Modul Nachhaltige Chemie (CB.15). Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Mathematik für Chemiker (CB.2), Physik für Chemiker (CB.4), Physikalische Chemie 2 (CB.12)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autor des begleitenden Studienheftes: Prof. Dr. L. Greiner (HS Mannheim, FB Biotechnologie, AG Reaktortechnik)</p> <p>Begleitendes Basis-Lehrbuch: Behr, Einführung in die Technische Chemie, Verlag Springer Spektrum, 2009, 278 Seiten</p> <p>Weitere Literatur: Atkins, Physikalische Chemie, Verlag Wiley-VCH, 5. A. 2013; Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Verlag John Wiley, 1999; Doran, Bioprocess Engineering Principles, Verlag Academic Press, 2012</p>



Titel des Moduls	Nachhaltige Prozesse Sustainable Processes			
Kürzel	CB.15			
Lehrveranstaltungen	Teil 1 - Nachhaltige Prozesse Sustainable Processes Teil 2 - Organische Chemie 3 Organic Chemistry 3			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	8 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	5			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Teil 1 - Nachhaltige Prozesse Sustainable Processes	10	20	30
	Teil 2 - Organische Chemie 3 Organic Chemistry 3	20	100	120
	Summe	30	120	150
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (60 min) oder Präsentation mit schriftlicher Zusammenfassung, benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) verstehen die Bedeutung stereochemischer Überlegungen bei Reaktionsplanung und Produktanalyse und nutzen diese. (2) verstehen die Bedeutung nachhaltige Prozesse (3) können beispielhafte Wege zur stereochemischen Reaktionsplanung vorschlagen (4) verstehen die Prinzipien der Retrosynthese und können diese an Beispielen anwenden (5) kennen Beispiele für das Vorgehen bei Totalsynthesen und hierzu notwendigen modernen Reaktionswegen und Hilfsmitteln (6) verstehen die Prinzipien, Vorteile und Einsatzmöglichkeiten Elementorganischer Verbindungen. (7) können beispielhafte Wege zur Optimierung nachhaltige Prozesse vorschlagen <p>Methodenkompetenzen: Prinzipien und Konzepte der mechanistischen organischen Chemie; Reaktionskontrolle und Steuerung; wichtige experimentelle Hilfsmittel und Reagenzien (zur sterischen Kontrolle)</p> <p>Sozialkompetenzen: Stimulierter Austausch in der Studiengruppe zu Mechanismen, Reaktionskontrolle usw., auch in Teams</p>			
Inhalte des Moduls	Teil 1 - Nachhaltige Prozesse Sustainable Processes			



	<p>Stereoisomerie mit speziellem Bezug zur Pharmazeutischen, Bioorganischen und Biochemie; Chiralität, Pro Chiralität; Umlagerungen und Peri cyclische Reaktionen: [1,1], [2,3], [3,3] usw. auch mit Einbeziehung von Heteroatomen, sigmatrope. Umlagerungen, Cycloadditionen; Metallorganische Verbindungen: Reaktivität der Elementorganischen Verbindungen (wie Wasserstoff- oder Halogen-Metall-Austausch, Hydro-, Carbo- oder Transmetallierung), Super-Basen, Grignard-Verbindungen; katalytische Eigenschaften und Kupplungen; Stereoselektive Reaktionen aus Enantiomerenreinen Verbindungen, Assym. Synthesen; Naturstoff- und Totalsynthesen in ausgewählten Beispielen; Retrosynthese und Syntheseplanung</p> <p>Teil 2 - Organische Chemie 3 Organic Chemistry 3</p> <p>Prinzipien der nachhaltige Chemie und chemische Prozesse, ressourceneffizient. Reduktion von Verbräuche, Abfälle und Emissionen Anfang an den Produktlebenszyklus. Die zwölf Prinzipien für eine „Nachhaltige Chemie“: 1) Einsatz abfallarmer Technik; 2) Einsatz weniger gefährlicher Stoffe; 3) Förderung der Rückgewinnung und Wiederverwertung der bei den einzelnen Verfahren erzeugten und verwendeten Stoffe und gegebenenfalls der Abfälle; 4) vergleichbare Verfahren, Vorrichtungen und Betriebsmethoden, die mit Erfolg im industriellen Maßstab erprobt wurden; 5) Fortschritte in der Technik und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen; 6) Art, Auswirkungen und Menge der jeweiligen Emissionen; 7) Zeitpunkte der Inbetriebnahme der neuen oder der bestehenden Anlagen; 8) für die Einführung einer besseren verfügbaren Technik erforderliche Zeit; 9) Verbrauch an Rohstoffen und Art der bei den einzelnen Verfahren verwendeten Rohstoffe (einschließlich Wasser) sowie Energieeffizienz; 10) die Notwendigkeit, die Gesamtwirkung der Emissionen und die Gefahren für die Umwelt so weit wie möglich zu vermeiden oder zu verringern; 11) die Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folgen für die Umwelt zu verringern; 12) die von der Kommission gemäß Artikel 16 Absatz 2 oder von internationalen Organisationen veröffentlichten Informationen.</p>
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform)
Verwendbarkeit des Moduls	Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Ökologie, Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Organische Chemie 1 (CB.5) und Organische Chemie 2 (CB.11)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)



Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none">• Analytisches und logisches Denken• Selbständiges Lernen und Arbeiten• Strukturiertes Vorgehen (durch Analyse mögl. Reaktionen)• Kritikfähigkeit (durch Syntheseplanung und Diskussion)• Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten• Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse• Teamarbeit und Teamfähigkeit (durch gem. Aufgaben)• Literaturrecherche und Dokumentation
Literatur	<p>Autor der begleitenden Studienhefte: Dr. C. Mamat (TU Dresden, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Pharmazeut. Chemie)</p> <p>Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Latscha, Organische Chemie – Basiswissen, Springer Spektrum 6. A. 2013, (kompakt); Clayden, Organische Chemie, Springer Spektrum, 2. A. 2013 (sehr ausführlich, zur Vertiefung, über den Rahmen des Modules);</p> <p>Weitere Literatur: Bruice, Organische Chemie, Pearson Studium, 5. A. 2007 (sehr ausführlich); Buddrus, Grundlagen der organischen Chemie, De Gruyter, Berlin, 5. A., 2015 (sehr übersichtliche Kapitel); Schwetlick, Organikum, Wiley-VCH, 24.A. 2015, (kurze und gute Übersichtskapitel, experimentell orientiert); Sowie weitere Literaturangaben am Ende der jeweiligen Studienhefte zu Originalquellen und Übersichtstexten;</p>



Titel des Moduls	Biochemie Biochemistry			
Kürzel	CB.16			
Lehrveranstaltungen	Biochemie Biochemistry			
Modulverantwortliche/r	Prof. Kuhn			
Studienjahr / Semester				
Dauer	12 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	8			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Biochemie Biochemistry	40	200	240
	Summe	40	200	240
Studien- /Prüfungsleistungen:	Klausur (120 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <p>(1) kennen die wichtigsten Stoffklassen der an biochemischen Reaktionen beteiligter Moleküle.</p> <p>(2) können funkt. Gruppen in biol. Makromolekülen erkennen, Reaktivitäten abschätzen und die Eigenschaften vorhersagen.</p> <p>(3) beherrschen die Bauprinzipien biol. Makromolekülen (wie Proteine, Nucleinsäuren, Kohlenhydrate, Lipide) und deren Anwendung sowie Charakterisierung in ausgewählten Beispielen (wie Enzyme und ihrer Kinetik)</p> <p>(4) verstehen die Grundprinzipien und energ. und kinet. Zusammenhänge biochem. Reaktionen, deren Bezug zum Stoffwechsel</p> <p>(5) haben einen Überblick über die wichtigen Stoffwechselkreisläufe und verstehen deren Regulationsprinzipien.</p> <p>(6) haben Methodenwissen biol. Makromoleküle nachzuweisen und deren physikochemischen Eigenschaften zu bestimmen</p> <p>(7) verstehen die molekularen Grundlagen beispielhafter Erkrankungen, Prinzipien Pharmakologischer Einflussmöglichkeiten sowie die Fehler-Anfälligkeit biologischer Reaktionen</p> <p>Methodenkompetenzen: Transfer chemischer Prinzipien und Reaktionsmechanismen auf biologische Zusammenhänge und des Stoffwechsels; Verknüpfung und Reduktion chem. Reaktionstypen auf wenige Mechanismen, die zu einer Vielfalt von Stoffwechselwegen und einer Vielzahl neuer Stoffklassen führen; Grundlagen biochemischen Arbeitens mit biol. Material</p> <p>Sozialkompetenzen: Austausch innerhalb der Studiengruppe über Grundprinzipien der belebten Natur und ihre chemische Fundierung; Diskussion in Kleingruppen; Aktive Beiträge in Seminaristischen Übungen und Aufgabenbearbeitungen</p>			



Inhalte des Moduls	Stoffklassen und ausgewählte Reaktionen biochemischer Moleküle und Makromoleküle (wie Peptide, Proteine, Nuclein-säuren, Kohlenhydrate, Lipide), Wiederholung und Anwendung grundlegender chem., analyt. und physikochem. Prinzipien und Methoden auf biologische Makromoleküle und Stoffwechselsysteme von Organismen; Enzyme als biol. Katalysatoren mit ihren Besonderheiten (Regulation, Hemmung) und der mechanistischen (Schlüssel-Schloß, Induced Fit) und kin. Beschreibung; Transportprozesse innerhalb von Zellen und über die Zellmembranen; Fluidität und Mosaikaufbau von Membranen; Anabolismus und Katabolismus anhand ausgewählter, zentraler Stoffwechselwege, ihrer Reaktionen und Regulationen (wie Glykolyse, Citrat-Zyklus, oxid. Phosphorylierung, Atmungskette); Energiegewinnung und -haushalt von Organismen
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit Moduls	Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiterführenden Studienfächern im Bereich Chemie.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Organische Chemie 1 (CB.5), Organische Chemie 2 (CB.11), Physikalische Chemie 1 (CB.6)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autorin des begleitenden Studienheftes: Dr. K. von der Saal (Freie Lektorin, Verlag Springer Spektrum)</p> <p>Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Berg, Stryer, Biochemie, Springer Spektrum, Heidelberg, 7. Aufl. 2013, 1196 Seiten</p> <p>Weitere Literatur: Müller-Esterl, Biochemie, Verlag Springer Spektrum, Heidelberg, 2. Aufl. 2011, 738 Seiten</p> <p>Durch die komplexen Zusammenhänge chemischer Vorgänge in Lebewesen und die Einführung neuer Konzepte der Biochemie und der Molekularen Biologie ist mit einem erhöhten Selbststudienanteil zur Aneignung zu rechnen.</p>



Titel des Moduls	Projekt und Laborphase 3 <i>Project and Laboratory Phase 3</i>			
Kürzel	CB.17			
	Projekt und Laborphase 3 <i>Project and Laboratory Phase 3</i>			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	1 Woche (Block).			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung / in Präsenz vor Ort	Tutorium	Selbststudium	Summe
		50	130	180
	Summe	50	130	180
Studien- / Prüfungsleistungen:	Kontinuos Assessment			
Teilnehmerzahl	2-4 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Über CB.7 und CB.9 hinausführende Inhalte und Kompetenzen, die in vernetzter Form die eigenständige wiss. Tätigkeit im Rahmen der Projektarbeit; deutliche Betonung der Projekt- und Zeitmanagement Aspekte bei der Versuchsplanung.</p> <p>Methodenkompetenzen: Labororganisation; wissenschaftliches Arbeiten, effiziente und effektive Versuchsplanung und Durchführung; kritisches Hinterfragen, Einordnen und Reflektieren der Ergebnisse</p> <p>Sozialkompetenzen: Zusammenarbeit in Kleingruppen; Gemeinsames Erarbeiten von Lösungen gestellter Aufgaben</p>			
Inhalte des Moduls	<p>Anwendung des erarbeiteten chemischen Wissens auf ausgewählte Anwendungsfelder: pharmazeutische und bioaktive Wirkstoffe, Analytische Reagenzien: Herstellung von Methylorange; Herstellung, Isolierung und Charakterisierung eines Arzneimittels (Sulfonamid); Veresterung einer Carboxysäure: Synthese von Acetylsalicylsäure; Quantitative Bestimmung von Tensiden durch Zweiphasentitration; Kondensationsreaktionen: Herstellung von Glyoxal-bis-N-Mesithylimine; Herstellung von Mikrokupfer dotierten Polystyrol, UV-, elektrische und biozide Eigenschaften;</p>			
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums auch unter online Austausch • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume (• Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Workshop, Seminar, Vorlesung an der Hochschule 			



	<ul style="list-style-type: none"> • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Kurzzusammenfassung als wiss. Poster mit Poster-Präsentation • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte • Exkursion zu chemisch-orientierten Laboren und Betrieben mit ergänzendem Praxisbezug
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Als Voraussetzung erforderlich für die Modul Labor Praktikum 4 (CB.19)</p> <p>Die Kenntnisse aus dieses Zertifikatskurs können für weitere Studium in Studiengänge Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder ähnliche benutzt werden</p>
Voraussetzungen:	Erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1); Anorganische Chemie 1 (CB.3), Organische Chemie 1 (CB.5), Integrierte Laborphase 1 (CB.7), Integrierte Laborphase 2 (CB.9)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Rhetorik und sprachliche Kompetenz • wissenschaftliches Schreiben der Praktikumsberichte • Teamarbeit und Teamfähigkeit in Praktikumsgruppen
Literatur	Begleitende Skripten für die Versuchsdurchführung, sowie die Literatur der Module aac, ao1 und weiterführende Literatur nach Absprache mit den Betreuern



Titel des Moduls	Makromolekulare Chemie Macromolecular Chemistry			
Kürzel	CB.18			
Lehrveranstaltungen	Makromolekulare Chemie Macromolecular Chemistry			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	12 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	8			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Makromolekulare Chemie Macromolecular Chemistry	40	200	240
	Summe	40	200	240
Studien- / Prüfungsleistungen:	Klausur (120 min), benotet			
Teilnehmerzahl	7 – 15 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden...</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) kennen die verschiedenen Polymerklassen und können beispielhafte Moleküle voneinander abgrenzen. (2) verstehen die Syntheseprozesse und Mechanismen ihrer Entstehung (ins. Haupt- und Nebenprodukte). (3) können physikochemische Eigenschaften einordnen und abgeleitet von der Struktur vorhersagen (4) verstehen die Analyseprinzipien zur Identifikation und Charakterisierung von Polymeren und können entscheiden welche Methoden für welche Zwecke sinnvoll sind (5) verstehen die Modifikation von Polymeren und können sie zielorientiert anwenden (6) haben einen Überblick über technisch bedeutende Polymere, ihre Herstellung, Verbreitung und Einsatzgebiete <p>Methodenkompetenzen: Verständnis für struktur-definierte Eigenschaften von Polymeren; Vorhersage von Bauprinzipien, um bestimmte Eigenschaften in Polymere einzuführen; Abschätzung der Vor- und Nachteile bestimmter Syntheseverfahren</p> <p>Sozialkompetenzen: Stimulierter Austausch innerhalb der Studiengruppe zu makromolekularen Inhalten; Diskussion in Kleingruppen; Aktive Beiträge in Seminaristischen Übungen und Aufgabenbearbeitungen</p>			
Inhalte des Moduls	Grundbegriffe der Polymerchemie: Geschichtliche Entwicklung, Strukturüberblick, Molmassen, Eigenschaften, Thermodynamik; Polymerstrukturen: in Lösung, amorph, semikristallin, flüssigkristallin und Charakterisierung von Polymeren; Synthese von Polymeren: radikalische, anionische, kationische, katalytische Polymerisationen, Kondensation, Ringöffnung inklusive Metathese als Breite der verfügbaren chemischen Methoden; Technische Methoden: Bulk, Lösung, Suspension, Emulsion für technisch bedeutende Polymere;			



	Übergreifende Einordnung der Kunststoffe: Verarbeitung, Funktionalisierung von Polymeren, biobasierte Polymere, Polymere und Umwelt, aktuelle Entwicklungen
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleitlehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht • Kleingruppen-Arbeit zu den Aufgaben und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums im online Austausch • Fragerunde mit dem/den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume
Verwendbarkeit des Moduls	Die Kenntnisse aus diesem Modul können Anwendung finden in weiteren Studienfächern, u.a. Biotechnologie, Materialwissenschaften.
Voraussetzungen	erfolgreich abgeschlossene Module Allgemeine Chemie (CB.1), Organische Chemie 2 (CB.11), Physikalische Chemie 1 (CB.6), Physikalische Chemie 2 (CB.12)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten
Literatur	<p>Autor des begleitenden Studienbriefes: Prof. Dr. O. Nuyken (TU München, AK Polymerchemie)</p> <p>Zugrunde gelegtes Basis-Lehrbuch: Lechner, Makromolekulare Chemie – Lehrbuch für Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler und Verfahrenstechniker, Verlag Springer Spektrum, Heidelberg 5. Aufl.2014; 731 Seiten</p> <p>Weitere Literatur: Atkins, Physikalische Chemie, Wiley-VCH, 5. A. 2013, 1315 Seiten und nach Absprache</p>



Titel des Moduls	Projekt und Laborphase 4 <i>Project and Laboratory Phase 4</i>			
Kürzel	CB.19			
	Projekt und Laborphase 4 <i>Project and Laboratory Phase 4</i>			
Modulverantwortliche/r	Prof. Lorenz			
Studienjahr / Semester				
Dauer	1 Woche (Block).			
Lehrsprache	Deutsch; die Fähigkeit engl. Fachliteratur zu lesen und zu verstehen wird erwartet und trainiert			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung / in Präsenz vor Ort	Tutorium	Selbststudium	Summe
		50	130	180
	Summe	50	130	180
Studien-/Prüfungsleistungen:	Kontinuos Assessment			
Teilnehmerzahl	2-4 je Gruppe			
Qualifikationsziele	<p>Über CB.7 und CB.9 hinausführende Inhalte und Kompetenzen, die in vernetzter Form die eigenständige wiss. Tätigkeit im Rahmen der Projektarbeit; deutliche Betonung der Projekt- und Zeitmanagement Aspekte bei der Versuchsplanung.</p> <p>Methodenkompetenzen: Labororganisation; wissenschaftliches Arbeiten, effiziente und effektive Versuchsplanung und Durchführung; kritisches Hinterfragen, Einordnen und Reflektieren der Ergebnisse</p> <p>Sozialkompetenzen: Zusammenarbeit in Kleingruppen; Gemeinsames Erarbeiten von Lösungen gestellter Aufgaben</p>			
Inhalte des Moduls	<p>Vertiefung, Anwendung und Bewertung der erlernten Konzepte der Chemie: Präparative organische Chemie und Produktanalytik, Organische Synthesepaltung; Spektroskopische Charakterisierung der hergestellten und gereinigten Verbindungen; Quantitative Analysen. Dies erfolgt durch integrative Laborversuche u.a. zu den folgenden geplanten Laborversuchen zu u.a. folgenden Themenbereichen werden stattfinden: Fluoreszenzmessung: Chinin-Gehalt in Tonic Wasser; GC-FID: Alkoholgehalt in einem Getränk, bzw. Haushaltsmittel; Graphitrohr-Atom Absorption Spektroskopie: Gehalt von Pb und Cd in Böden und Au – Gehalt in einem Kunststoff; Synthese von Tris(glycinato)cobalt (III), fac, mer –[CoIII(H₂N-CH₂-COO)₃]</p> <p>Anwendung des erarbeiteten chemischen Wissens auf ausgewählte Anwendungsfelder: pharmazeutische und bioaktive Wirkstoffe und Analytischer Reagenzien: Herstellung von Methylorange; Herstellung, Isolierung und Charakterisierung eines Arzneimittels (Sulfonamid); Veresterung einer Carboxysäure: Synthese von Acetylsalicylsäure; Quantitative Bestimmung von Tensiden durch Zweiphasentitration; Kondensationsreaktionen: Herstellung von Glyoxal-bis-N-Mesithylimine; Herstellung von Mikrokupfer dotierten Polystyrol, UV-, elektrische und biozide Eigenschaften;</p>			



Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums auch unter online Austausch • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Workshop, Seminar, Vorlesung an der Hochschule • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Kurzzusammenfassung als wiss. Poster mit Poster-Präsentation • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte • Exkursion zu chemisch-orientierten Laboren und Betrieben mit ergänzendem Praxisbezug
Verwendbarkeit des Moduls	Die Kenntnisse aus dieses Zertifikatskurs können für weitere Studium in Studiengänge Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder ähnliche benutzt werden
Voraussetzungen:	Organische Chemie 2 (CB.11), Makromolekulare Chemie (CB.18), Labor Praktikum 3 (CB.17)
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Projekt- und Zeitmanagement • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Rhetorik und sprachliche Kompetenz • wissenschaftliches Schreiben der Praktikumsberichte • Teamarbeit und Teamfähigkeit in Praktikumsgruppen
Literatur	Begleitende Skripten für die Versuchsdurchführung, sowie die Literatur der Module aac, ao1&2, ac1, pc1&2, oc1&2 und weiterführende Literatur nach Absprache mit dem Betreuern. Vor jedem Versuch erfolgt eine Sicherheitsbelehrung und ein Antestat, ob alle Hinweise und Regeln der Laborvorschrift verstanden wurden.



Katalog der Wahlpflichtmodule CB.20

Vorbemerkungen

- Wahlpflichtfächer dienen der eigenen fachlichen und überfachlichen Schwerpunktsetzung und Entwicklung. Daher können Teilnehmende zwei beliebige WPM aus den beiden folgenden Kategorien auswählen: Fächer, die einen technischen und fachlichen Bezug haben und solche, die nicht-technisch und eher überfachlich geprägt sind. Die zwei Kategorien dienen der Systematisierung und Übersichtlichkeit für die Teilnehmenden - sie stellen keine Gewichtung oder Wertung ihrer Bedeutung dar. Letztendlich kommt es auf die spezielle berufliche Situation und die weiteren Pläne der Teilnehmenden an, welche Wahl die Teilnehmenden treffen. Teilnehmende können entweder einen (oder zwei) Bereiche fachlich vertiefen oder neu erschließen, die fachliche Vertiefung durch ein zusätzliches überfachliches Themenfeld ergänzen oder sich ganz auf letzteres konzentrieren.



Titel des Moduls	Wahlpflichtmodule			
	Focus Topics Chemistry			
Kürzel	CB.20.1 bis CB.20.4			
Lehrveranstaltungen	WPF 1 - Recht und Qualitätssicherung Law and Quality Assurance WPF 2 - Molekular und Zellbiologie Molecular and Cell Biology WPF 3 - Verfahrens- und Biotechnik Process Engineering and Biotechnology WPF 4 – Umweltchemie Environmental Chemistry			
Modulverantwortung	Prof. Kemkemer Prof. Krastev Prof. Lorenz Prof. Streitwieser			
Studienjahr / Semester				
Dauer	8 Wochen			
Lehrsprache	Deutsch			
Häufigkeit des Modulangebots	jedes Semester			
ECTS-Credits	5			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung (Die Teilnehmenden wählen nur einen der angebotenen Vertiefungsfächer Chemie (VFC) aus)	Tutorium	Selbststudium	Summe
	WPF 1 - Recht und Qualitätssicherung Law and Quality Assurance WPF 2 - Molekular und Zellbiologie Molecular and Cell Biology WPF 3 - Verfahrens- und Biotechnik Process Engineering and Biotechnology WPF 4 – Umweltchemie Environmental Chemistry	20	130	150
	Summe	20	130	150
Studien-/Prüfungsleistungen:	Klausur (60 Min.) oder mündl. Prüfung (30 Min) oder Präsentation mit schriftl. Zusammenf., Gemeinsame abschließende Poster Session, benotet			
Modulziel / Angestrebte Lernergebnisse:	WPF1 - Recht und Qualitätssicherung Law and Quality Assurance Die Teilnehmenden ...			



- (1) verstehen die Grundprinzipien der rechtlichen Regelungen über Gesetze und Verträge sowie unterschiedlicher Rechtsformen in Betrieben;
- (2) sie kennen und verstehen den Aufbau von Patenten, können in diesen recherchieren und verstehen die Grundregeln der Patentierung.
- (3) Ebenso verstehen sie die Regeln der Qualitätssicherung, insbesondere des GMP und GLS Generell lässt sich zudem als übergeordnete Lernziele und deren Lernergebnisse festhalten:

WPF 2 - Molekular und Zellbiologie

Molecular and Cell Biology

Die Teilnehmende

- (1) verstehen die Grundprinzipien der belebten Natur und die Regeln für einen Umgang damit im Labor;
- (2) sie nutzen ihr Wissen um Zellkulturen und biologische Systeme als Alternativen z.B. zu Tierversuchen zu bewerten; sie kennen modere High- Throuput Verfahren zur Datengenerierung und kennen Bioinformatische Hilfsmittel z.B. zur Genom- und Metabolom-Analyse Generell lässt sich zudem als übergeordnete Lernziele und deren Lernergebnisse festhalten:

WPF 3 - Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik

Process Engineering and Biotechnology

Die Teilnehmenden

- (1) kennen die Grundlagen zur prozesstechnischen Auslegung von Reaktionsbehältern für homogene Reaktionssysteme und können Scale-up-Berechnungen nachvollziehen.
- (2) sie kennen die Grundlagen zur prozesstechnischen Auslegung von chem. Reaktoren für heterogen katalysierte Reaktionssysteme.
- (3) sie können die zur Auslegung notwendigen thermodynamischen und kinetischen Daten aus Tabellenwerken und reaktionstechnischen Versuchen. Nachvollziehen. Generell lässt sich zudem als übergeordnete Lernziele und deren Lernergebnisse festhalten:

WPF 4 - Umweltchemie

Environmental Chemistry

Die Teilnehmenden

- (1) verstehen die grundlegenden Prinzipien der Kreisläufe in der umgebenden Natur und können ihre eigene Tätigkeit hierauf einordnen;
- (2) sie nutzen das Wissen Umweltschonende und nachhaltige Alternativen zu technischen, chemischen, pharmazeutischen Prozessen formulieren und recherchieren zu können. Generell lässt sich zudem als übergeordnete Lernziele und deren Lernergebnisse festhalten:

Fachkompetenzen: Vernetzung der Lernergebnisse aus den Pflicht-Lernmodulen mit den vertieften Elementen der Wahlpflichtbereiche, um die wiss. Arbeitsmethodik und das naturwissenschaftlich-chemische Denkgebäude zu festigen unter Anwendung und erneuter Verdeutlichung maßgeblicher Prinzipien



	<p>Methodenkompetenzen: Nutzung des bislang aufgebauten Methodenwissens, um exemplarische und weiter in die Tiefe führende Spezialthemen zu erschließen; Aufbau von Expertenwissen in den gewählten Wahlbereichen;</p> <p>Sozialkompetenzen: Stimulierter Austausch innerhalb der Studiengruppe zu Wahlpflichtthemen vorr. auch über die Studienorten hinweg; Diskussion in Kleingruppen; Aktive Beiträge in Seminaristischen Übungen und Aufgabenbearbeitungen; Teamarbeit bei der Aufgabenlösung und der Literaturarbeit für einen Journal-Club</p>
Inhalte des Moduls	<p>WPF 1 - Recht und Qualitätssicherung <i>Law and Quality Assurance</i></p> <p>Überblick über geltende deutsche und europäische Vorschriften, Gesetze und Anzeigepflichten in den Bereichen Gefahrstoffe, Chemikalien, Pharmazeutische Zulassungen, Kennzeichnungspflichten, Arbeitsschutz; Aufgaben und Tätigkeitsfeld eines Qualitätsmanagers, Hist. Entwicklung, Normen, Zertifizierungen (ISO 9000ff), Qualitätssicherungssysteme; GMP und GLP.</p> <p>WPF 2 - Molekular und Zellbiologie <i>Molecular and Cell Biology</i></p> <p>Unterschiede und Gemeinsamkeiten Prokaryonten, Eukaryonten; Zelllinien für Biotechnologische Verfahren; Genexpression und Regulation; Replikation, Rekombination und Reparatur von DNA; Verfahren der Gentechnik; Genom, Proteom, Metabolom und Verfahren zur Analyse und Untersuchung; Hilfsmittel der Bioinformatik.</p> <p>WPF 3 - Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik <i>Process Engineering and Biotechnology</i></p> <p>Grundlagen der Rührtechnik, rheologisches Verhalten, Mischapparate und Mischen, dynamisches Mischen in Rührbehältern, dynamisches Mischen in Einphasensystemen, Leistungsaufnahme von Rührern, Messung der Rührerleistung als Grundlage für ein Scale-up; Wärmeübergang in Rührbehältern, Beheizungssysteme für Rührbehälter, Aufheizen und Abkühlen in Rührbehältern. Auswahl und die Auslegung von chemischen Reaktoren für heterogen katalysierte Reaktionssysteme unter Berücksichtigung produktionstechnischer Vorgaben; Charakterisierung von Katalysatoren, Bestimmung von kinetischen Parametern zur Beschreibung katalysierter Reaktionen; Inhalte werden mithilfe moderner Applikationen und Simulationen praxisorientiert vertieft</p> <p>WPF 4 - Umweltchemie <i>Environmental Chemistry</i></p> <p>Anwendung chemischer Prinzipien aus vorhergehenden Modulen auf Umweltmatrices (wie Boden, Luft, Wasser, Pflanzenmaterial); Umgang mit Spurenanalytik (Extraktionen, Probenvor- und Aufbereitung, spektroskopische und chromatographische Nachweisverfahren), Ökotoxikologie, Bioverfügbarkeit und -Akkumulation, Dosis-Wirkbeziehungen, Effektschwellen</p>



Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und online Vernetzung • zweiwöchentlicher seminaristischer online Unterricht als Tutorium • Kleingruppen-Arbeit zur Aufgaben- und Übungsbearbeitung im Tutorium; Unterstützung durch Selbstlerngruppen • Nachbereitung des Tutoriums unter online Austausch • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Kurzzusammenfassung als wiss. Poster mit Poster-Präsentation
Verwendbarkeit des Moduls	Die Kenntnisse aus dieses Zertifikatskurs können für weitere Studium in Studiengänge Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder ähnliche benutzt werden
Voraussetzungen:	keine
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen in einer exakten Wissenschaft • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Projekt- und Zeitmanagement • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Teamarbeit und Teamfähigkeit
Literatur	Zugrunde gelegte Literatur wird im Vorfeld mit dem jeweiligen Modulverantwortlichen abgesprochen



Wissenschaftlich Arbeiten & Praxisbezug

Titel des Moduls	Praxisphase Internship
Kürzel	CB.21
Lehrveranstaltungen	Praxisphase Internship
Modulverantwortung	Prof. Kemkemer Prof. Krastev der Prüfungsausschußvorsitzende
Studienjahr / Semester	
Dauer	8 Wochen
Lehrsprache	Deutsch
Häufigkeit des Modulangebots	1. – 6. Semester
ECTS-Credits	30
Lehrform / Workload (Stunden)	900 h / Mind. 100 Präsenztage
Studien- /Prüfungsleistungen:	unbenotet
Qualifikationsziele	<p>Aufgrund unterschiedlicher Lernerfahrungen und Lernergebnisse können Methoden- und Fachkompetenzen in unterschiedlichen Ausprägungen erwartet werden. Durch den Praxisbezug liegt der Fokus auf experimentelle Berufs- und Ausbildungsinhalte</p> <p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) erlernen die allgemeinen und grundlegenden Zusammenhänge und Prinzipien der praktischen chemischen Wissenschaften (2) beherrschen die grundlegenden experimentellen Labortechniken über die Breite der chemischen Disziplinen (3) können auf Praktische Erfahrungen in mindestens drei den nachfolgenden Bereichen zurückgreifen: <ol style="list-style-type: none"> (a) chemische und physiko-chemische Analytik (b) chemische Synthese (c) chemische Verfahrensentwicklung (d) chemisches Geräte- und Apparatewesen (e) Mess- und Regelungstechnik (f) Umweltschutz und Nachhaltigkeit (g) Sicherheitswesen (h) Forschungs-, Entwicklungs-, Betriebslabore; Technikum <p>Methodenkompetenzen: Praxisnahes Experimentieren, Erfassung, Dokumentation, Umgang und Analyse von experimentellen Daten; Gute wissenschaftliche Praxis im Labor und der Dokumentation; Zusammenfassung und Präsentation von Ergebnissen; Schreibfähigkeiten</p> <p>Sozialkompetenzen: Aufgabenorientiertes Arbeiten an einem Projekt und im Labor; Schriftliche Ausarbeitung und Berichtswesen zur Kommunikation und Diskussion von Ergebnissen mit Fachwissenschaftlern und Führungskräften;</p>



Inhalte des Moduls	Richtet sich nach der konkreten Lernergebnissen und Lernerfahrungen mit Bezug zu den chemischen Fachdisziplinen und den obengenannten Kompetenzen. Regelmäßige Inhalte orientieren sich an den Lehrplänen für Chemielaboranten.
Lehr- und Lernmethoden	Praxis- und experimental bezogene Tätigkeiten und Fertigkeiten
Voraussetzungen	Besuch der Pflichtmodule bis zum 6. Semester (einschließlich), wobei die Module bis zum 5. Semester (einschließlich) erfolgreich abgeschlossen sein müssen.
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none">• Selbständiges Lernen und Arbeiten• Praktisches und Experimentelles Arbeiten• Teamarbeit und Teamfähigkeit (falls Gruppenarbeit oder Arbeit als Teil eines Teams)
Literatur	Im beruflichen Lernumfeld erworbene Lernergebnisse müssen zwingend nachvollziehbar belegt und durch die Ausbildungsstätte oder den Betrieb bestätigt werden. Formulare und eine Anleitung erhalten Sie im Studien-Service oder über die Lernplattform



Titel des Moduls	Projektarbeit mit Kolloquium Project work with colloquium			
Kürzel	CB.22			
Lehrveranstaltung	Projektarbeit mit Kolloquium Project work with colloquium			
Modulverantwortliche/r	Betreuer aus den Reihen der prüfungsberechtigten Lehrenden			
Studienjahr / Semester				
Dauer	Bis zu 12 Wochen / ab 7. Sem.			
Lehrsprache	Deutsch; die schriftliche Ausarbeitung kann auch in Englisch erfolgen			
ECTS-Credits	6			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung / in Präsenz vor Ort	Tutorium	Selbststudium	Summe
		80	100	180
	Summe	80	100	180
Studien- / Prüfungsleistungen:	Schriftlicher Ausarbeitung/ Bericht, benotet			
Teilnehmerzahl	In der Regel Einzelbearbeitung, Gruppenbearbeitung möglich:			
Qualifikationsziele	<p>Aufgrund untersch. Aufgabenstellungen können bestimmte Methoden- und Fachkompetenzen in besonderer Weise vertieft oder erworben werden. Kern ist die begleitete wiss. Tätigkeit als Mitarbeit in einem Labor mit übertragenen Projektverantwortung.</p> <p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) wenden die bisher im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf ein zeitlich begrenztes wiss Projekt an und führen so das Wissen aus den Modulen zusammen, um mit verbreiterem Blick an eine praxisnahe Aufgabe heranzugehen. (2) lernen unter wissenschaftlicher Begleitung eine angemessene wissenschaftliche Fragestellung auszuwählen.... (3) können im Austausch theoretische und praktische Lösungswege kritisch hinterfragen. (4) treffen wissenschaftlich begründbare Entscheidungen und setzen diese Zielführend und im Rahmen der vorgegebenen Randbedingungen (Zeit, Ressourcen, Material) effizient um. (5) bewerten die erreichten Ergebnisse und erlernen die Selbstreflexion. (6) stellen die Ergebnisse, ihre Einordnung und Ausblick auf die Weiterentwicklung der Fragestellung schriftlich zusammen (7) die Daten komprimiert in einer Präsentation zusammenfassen. (8) sich der kritischen und wissenschaftlichen Diskussion produktiv und Lösungsorientiert stellen. (9) einen Ausblick auf die Bedeutung und Weiterentwicklung des Themas über eine Projektarbeit hinaus entwickeln. <p>Methodenkompetenzen: Praxisnahes Experimentieren, Erfassung, Umgang und Analyse von experimentellen Daten; Zusammenfassung und Präsentation von Ergebnissen; Schreibfähigkeiten; Präsentationskompetenz</p> <p>Sozialkompetenzen: Teamarbeit, Austausch und kritische Reflexion mit den Betreuern, Präsentation und Diskussion von Ergebnissen; Begleitete wissenschaftliche Tätigkeit; Mitarbeit in einem Laborteam mit einer</p>			



	übertragenen Projektverantwortung, Diskussion mit Betreuern und Gutachtern
Inhalte des Moduls	Richtet sich nach der konkreten wissenschaftlichen Aufgabenstellung mit Bezug zu den chemischen Fachdisziplinen. Die Erarbeitung folgt den Regeln der DFG zur guten wissenschaftlichen Praxis.
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und Online Vernetzung • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit in selbständigen und freien Rahmen eines wiss. Projektes • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte
Voraussetzungen	Besuch der Pflichtmodule bis zum 6. Semester (einschließlich), wobei die Module bis zum 5. Semester (einschließlich) erfolgreich abgeschlossen sein sollen
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Projekt- und Zeitmanagement • Wissenschaftliches Schreiben • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Teamarbeit und Teamfähigkeit
Literatur	Abhängig vom gewählten Projekt und der daraus resultierenden Literatur; in Absprache mit dem/den Betreuer(n).



Titel des Moduls	Bachelorarbeit mit Kolloquium Bachelor Thesis with colloquium			
Kürzel	CB.23			
Lehrveranstaltung	Teil 1 - Bachelorarbeit Bachelor Thesis Teil 2 - Kolloquium zur Bachelorthesis Colloquium on the Bachelor Thesis			
Modulverantwortliche/r	Betreuer aus den Reihen der prüfungsberechtigten Lehrenden und mögliche zusätzliche externe Betreuer			
Studienjahr / Semester				
Dauer	Bis zu 16 Wochen / ab 7. Sem.			
Lehrsprache	Deutsch; die schriftliche Ausarbeitung kann auch in Englisch erfolgen			
ECTS-Credits	Teil 1 – Bachelorarbeit - 12 Teil 2 - Kolloquium zur Bachelorthesis - 2			
Lehrform / Workload (Stunden)	Lehrveranstaltung / in Präsenz vor Ort	Tutorium	Selbststudium	Summe
	Teil 1 - Bachelorarbeit Bachelor Thesis	80	280	360
	Teil 2 - Kolloquium zur Bachelorthesis Colloquium on the Bachelor Thesis	20	160	180
	Summe	100	440	540
Studien-/Prüfungsleistungen:	Schriftliche Ausarbeitung/ Bericht benotet; Präsentation mit schriftlicher Ausarbeitung, benotet			
Teilnehmerzahl	In der Regel Einzelbearbeitung			
Qualifikationsziele	<p>Aufgrund unterschiedlicher Aufgabenstellungen können bestimmte Methoden- und Fachkompetenzen in besonderer Weise vertieft oder erworben werden. Kern ist die begleitete wissenschaftliche Tätigkeit als Mitarbeit in einem Laborteam mit einer übertragenen Projektverantwortung.</p> <p>Fachkompetenzen: Die Teilnehmenden ...</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) wenden die bisher im Studium erworbenen Einzelkenntnisse und -fähigkeiten auf ein längeres wiss. Projekt an und führen so das Wissen aus den Modulen zusammen, um an eine praxisnahe, komplexe Aufgabe herangehen zu können. (2) lernen unter wiss. Begleitung eine angemessene wiss. Fragestellung auszuwählen, zu bearbeiten und kritisch zu bewerten (3) können im Austausch theoretische und praktische Lösungswege kritisch hinterfragen. (4) treffen wiss. begründbare Entscheidungen und setzen diese zielführend und mit den vorgegebenen Rahmenbedingungen (Zeit, Ressourcen, Material) effizient um. (5) können ihre Ergebnisse, die Einordnung und den Ausblick auf die Weiterentwicklung der Fragestellung in schriftlicher Form kompakt und fokussiert zusammenstellen. (6) können im direktem Bezug zur durchgeführten Bachelorarbeit und aufbauend auf die Lernergebnisse der Projektarbeit 			



	<p>(7) die Daten eines komplexeren wissenschaftliches Projektes komprimiert in einer Präsentation zusammenfassen.</p> <p>(8) sich der kritischen und wissenschaftlichen Diskussion produktiv und Lösungsorientiert stellen.</p> <p>(9) einen Ausblick auf die Bedeutung und Weiterentwicklung des Themas über eine Bachelorarbeit hinaus entwickeln.</p> <p>Methodenkompetenzen: Praxisnahes Experimentieren, Erfassung, Umgang und Analyse von experimentellen Daten; Selbst-reflexion, Zusammenfassung und Präsentation von Ergebnissen; Schreibfähigkeiten; Strukturierung, Umsetzung und Abbildung der einzelnen Prozessschritte einer komplexen und umfangreichen Forschungs- oder Entwicklungsprojektentwicklung</p> <p>Sozialkompetenzen: Teamarbeit, Zielorientierte Diskussion und Kommunikation, Kritische Reflexion mit den Betreuern und Gutachtern</p>
Inhalte des Moduls	Richtet sich nach der konkreten wissenschaftlichen Aufgabenstellung mit Bezug zu den chemischen Fachdisziplinen. Die Erarbeitung folgt den Regeln der DFG zur guten wissenschaftlichen Praxis.
Lehr- und Lernmethoden	<ul style="list-style-type: none"> • Selbststudium der Studienhefte unter zu Hilfenahme des Begleit-Lehrbuches, weiterer Literatur und Online Vernetzung • Sprechstunde/ Fragerunde mit dem/ den Modulverantwortlichen zur Klausurvorbereitung über online Konferenzräume • Experimentelle und Praxisorientierte Laborarbeit unter wiss. Begleitung und Anleitung an der Hochschule • Experimentelle und Praxisorientiere Laborarbeit in selbständigen und freien Rahmen eines wiss. Projektes • Studentisches Seminar unter Präsentation der selbst vorbereiteter Inhalte und/oder schriftlicher Ausarbeitung • Kolloquium mit Fragen und Diskussionsrunde (auch online über die Lehrplattform) • Schriftliche Ausarbeitung der selbst erarbeiteten Inhalte
Voraussetzungen	Besuch der Pflichtmodule bis zum 6. Semester (einschließlich), wobei die Module bis zum 5. Semester (einschließlich) erfolgreich abgeschlossen sein sollen; das Modul CB.22 muss abgeschlossen sein
Niveaustufe des Moduls	6 (nach Europäischem/Deutschem Qualifikationsrahmen)
Vermittelte Soft Skills und zusätzliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Analytisches und logisches Denken • Selbständiges Lernen und Arbeiten • Strukturiertes Vorgehen einer exakten Wissenschaft • Vernetztes Denken in übergeordneten Konzepten • Kritikfähigkeit • Literaturrecherche und Dokumentation • Praktisches und Experimentelles Arbeiten • Projekt- und Zeitmanagement • Wissenschaftliches Schreiben • Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse • Teamarbeit und Teamfähigkeit
Literatur	Abhängig vom gewählten Projekt und der daraus resultierenden Literatur; in Absprache mit dem/den Betreuer(n).