



Nr. 81 vom 29. Oktober 2025

AMTLICHE BEKANNTMACHUNG

Hg.: Der Präsident der Universität Hamburg
Referat 31 – Qualität und Recht

Fachspezifische Bestimmungen für den Studiengang „Chemie (B.Sc.)“

Vom 16. Juli 2025 und 17. September 2025

Das Präsidium der Universität Hamburg hat am 13. Oktober 2025 die vom Fakultätsrat der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften am 16. Juli 2025 und 17. September 2025 auf Grund von § 91 Absatz 2 Nummer 1 des Hamburgischen Hochschulgesetzes (HmbHG) vom 18. Juli 2001 (HmbGVBl. S. 171) in der Fassung vom 19. Februar 2025 (HmbGVBl. S. 241) beschlossenen Fachspezifischen Bestimmungen für den Studiengang Chemie (B.Sc.) gemäß § 108 Absatz 1 HmbHG genehmigt.

Präambel

Diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzen die Regelungen der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss „Bachelor of Science“ vom 20. Oktober 2021 in der jeweils geltenden Fassung.

I. Ergänzende Regelungen zur PO B.Sc.

Zu § 1

Studienziel, Prüfungszweck, Akademischer Grad, Durchführung des Studiengangs

Zu § 1 Absatz 1:

- (1) Neben den allgemeinen Studienzielen nach § 1 Absatz 1 PO B.Sc. vermittelt das Studium des Faches Chemie Studierenden
 1. die Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung der im Studiengang vermittelten Kenntnisse und Fertigkeiten,
 2. die Fähigkeit, in ihrer Arbeit die wissenschaftlichen Methoden der Chemie in Praxis und Theorie anzuwenden,
 3. die Fähigkeit, chemische Sachverhalte einzuordnen, zu analysieren und zu bewerten,
 4. die Fähigkeit zum verantwortlichen Handeln, insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungen des technologischen Wandels sowie gesellschaftliche Auswirkungen.

Dabei ist eine erste Schwerpunktbildung im Rahmen der Wahlpflichtmodule möglich.

- (2) Das Studium des Nebenfaches Chemie vermittelt den Studierenden die erforderlichen Grundkenntnisse für die Beurteilung chemischer Sachverhalte. Im Rahmen der Wahlpflichtmodule erfolgt eine Vertiefung und die Anwendung auf spezielle Fragestellungen in verschiedenen Fachgebieten mit hoher praktischer Bedeutung und gesellschaftlicher Relevanz.

Zu § 4

Studien- und Prüfungsaufbau, Module und Leistungspunkte (LP)

Zu § 4 Absatz 1:

- (1) Detaillierte Beschreibungen aller Module finden sich unter II. Modulbeschreibungen dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch.
- (2) Der Studiengang Chemie (B.Sc.) besteht aus einem Pflicht-, einem Wahlpflicht- und einem Freien Wahlbereich.
- (3) Der Pflichtbereich umfasst einschließlich Bachelorarbeit 26 Module mit einem Gesamtumfang von 157,5 Leistungspunkten. Er besteht aus Grundlagenmodulen der Mathematik und der Naturwissenschaften sowie den Kernbereichen und theoretischen und praktischen Vertiefungsmodulen der Chemie. Das Abschlussmodul im 6. Fachsemester umfasst 12 Leistungspunkte. Es wird nach der praktischen Arbeit eine Bachelorarbeit angefertigt, das Modul wird mit einem Kolloquium zur Bachelorarbeit abgeschlossen.
- (4) Der Wahlpflichtbereich umfasst 12 Leistungspunkte. Für diesen stehen die unter II. Modulbeschreibungen beschriebenen Module der Kategorie „Wahlpflichtmodule“ zur Verfügung. Zusätzlich zu den in den Modulbeschreibungen hinterlegten Wahlpflichtmodulen dieser Fachspezifischen Bestimmungen können beim zuständigen Prüfungsausschuss weitere geeignete Module beantragt werden.
- (5) Der Freie Wahlbereich hat einen Umfang von 10,5 Leistungspunkten. Der Prüfungsausschuss kann Empfehlungen für den Freien Wahlbereich aussprechen.

Studienplan B.Sc. Chemie WS 2025/2026

1. Sem	Grundlagen der Allgemeinen Chemie (6 LP)	Grundlagen der Allgemeinen Chemie – Praktikumsmodul (6 LP)	Physikalische Chemie I (4,5 LP)	Mathematik I (4,5 LP)	Physik (1 LP)	Organische Chemie I (6 LP)
2. Sem	Anorganische Chemie I (6 LP)	Physikalische Chemie II (4,5 LP)	Mathematik II (4,5 LP)	Organische Chemie II (6 LP)	Grundpraktikum in Organischer Chemie (11 LP)	
3. Sem	Anorganische Chemie II (6 LP)	Physik (5 LP)	Einf. i. d. Technische u. Makromolekulare Chemie (4 LP)	Einf. i. d. Biochemie (3 LP)	Theoretische Chemie (3 LP)	Physikalisch-chemische Praktika (9 LP)
4. Sem	Physikalische Chemie III (4,5 LP)	Physikalische Chemie IV (4,5 LP)	Organische Chemie III (4,5 LP)	Analytische Chemie (6 LP)	Wahlpflichtmodul (6 LP)	Grundpraktikum in Anorganischer und Analytischer Chemie (9 LP)
5. Sem	Anorganische Chemie III (6 LP)	Rechtskunde/Toxikologie (3 LP)	Freier Wahlbereich (4,5 LP)		Wahlpflichtmodul (6 LP)	Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie (6 LP)
6. Sem	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie (12 LP)		Freier Wahlbereich (6LP)	Bachelorarbeit (12 LP)		

- (6) Zum Studium der Chemie als Nebenfach werden ausgewählte Module des Fachbereichs Chemie herangezogen. Der Gesamtumfang des Studiums der Chemie als Nebenfach beträgt 45 Leistungspunkte. Der Pflichtbereich umfasst Module in einem Gesamtumfang von 18 Leistungspunkten und wird durch einen Wahlpflichtbereich im Umfang von 27 Leistungspunkten ergänzt. Für Chemie als Nebenfach stehen die unter II. Modulbeschreibungen aufgeführten Pflicht- und Wahlpflichtmodule zur Verfügung. Zusätzlich können weitere geeignete Wahlpflichtmodule beim Prüfungsausschuss beantragt werden. Das Modulhandbuch weist unter „Verwendbarkeit des Moduls“ ebenfalls aus, ob das jeweilige Modul für das Studium der Chemie als Nebenfach vorgesehen ist.

Zu § 5**Lehrveranstaltungsarten**

Für folgende Lehrveranstaltungsarten besteht eine Anwesenheitspflicht:

1. Seminare und Proseminare, da diese auch zum Ziel haben, die Kritikfähigkeit und die Fähigkeit, Diskussionen zu führen, zu verbessern;
2. Exkursionen, da in diesen Fähigkeiten im Zusammenhang mit regionsspezifischen Kenntnissen erworben werden sollen;
3. Praktika, da die Studierenden unter Anleitung zum Lösen praktischer Problemstellungen befähigt werden sollen;
4. Projekte, da diese auch dem Erwerb von Sozialkompetenzen dienen, z. B. der Befähigung zu Projektarbeit im Team.

Die Anwesenheitspflicht gilt nicht für die Zulassung zu Wiederholungsprüfungen.

Zu § 13

Studienleistungen und Modulprüfungen

Zu § 13 Absatz 4:

Die Art der Prüfung für jedes Modul ergibt sich aus den Modulbeschreibungen dieser Fachspezifischen Bestimmungen. Im Übrigen werden Art und Dauer und Umfang der Prüfung zu Beginn der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

Zu § 13 Absatz 10:

Die Prüfungssprache ist in der Regel Deutsch. Im Einvernehmen zwischen Prüferin bzw. Prüfer und Prüfling kann die Prüfung in englischer Sprache abgehalten werden.

Zu § 14

Bachelorarbeit

Zu § 14 Absatz 1:

Verpflichtender Bestandteil des Abschlussmoduls ist neben der Bachelorarbeit ein Kolloquium bestehend aus einem Vortrag und einer wissenschaftlichen Diskussion zu den Inhalten der Arbeit. Vortrag und Diskussion haben einen Gesamtumfang von 30 bis 60 Minuten. Das Kolloquium geht zu einem Anteil von einem Sechstel in die Bewertung des Abschlussmoduls ein und muss mindestens mit der Note 4,0 bestanden sein. Das Kolloquium soll bis spätestens sechs Wochen nach Abgabe der schriftlichen Arbeit gehalten werden.

Zu § 14 Absatz 2 Satz 1:

Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer alle theoretischen Pflichtmodule und die Grundpraktika CHE 001 B, CHE 012, CHE 013 und CHE 014 erfolgreich abgeschlossen hat. Von den Pflichtmodulen CHE 071, CHE 072, CHE 016, CHE 017, CHE 018 und CHE 028 dürfen bei Anmeldung der Bachelorarbeit maximal 10 LP offen sein. Die Praktikumsabschlüsse der Vertiefungspraktika CHE 019 und CHE 020 müssen ebenfalls erfolgreich abgeschlossen sein. Die Bachelorarbeit kann nicht in dem Bereich durchgeführt werden, in dem ein Pflichtmodul noch nicht erfolgreich abgeschlossen ist. Über Ausnahmefälle entscheidet die bzw. der Prüfungsausschussvorsitzende.

Darüber hinaus wird dringend empfohlen, das entsprechende Wahlpflichtmodul (Module CHE 021, CHE 022, CHE 023, CHE 026 oder CHE 027) des Fachgebietes der Bachelorarbeit als Vorbereitung zu absolvieren.

Zu § 14 Absatz 4:

Die Bachelorarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden. Die Entscheidung hierüber muss im Einvernehmen zwischen der bzw. dem Studierenden und der Betreuerin bzw. dem Betreuer getroffen werden.

Zu § 14 Absatz 5 Satz 1 und 3:

Der Arbeitsaufwand für die Bachelorarbeit beträgt 12 Leistungspunkte. Der Bearbeitungszeitraum der Bachelorarbeit beträgt drei Monate.

Zu § 15

Bewertung der Prüfungsleistungen

Zu § 15 Absatz 3 Satz 1 (Modulnoten):

Setzt sich eine Modulprüfung aus mehreren Teilprüfungsleistungen zusammen, so wird die (Gesamt-)Note als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Noten für die Teilleistungen berechnet. Dies gilt nicht für das Abschlussmodul, für das die Berechnung der Modulnote unter „Zu § 14 Absatz 1“ festgelegt ist.

Zu § 15 Absatz 3 Satz 10 und 11 (Gesamtnote):

Die Gesamtnote wird als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Modulnoten berechnet, wobei

1. der Freie Wahlbereich und die Module CHE 001 B, CHE 012, CHE 013 und CHE 014 nicht berücksichtigt werden,
2. das Wahlpflichtmodul sowie die Vertiefungspraktika CHE 019 und CHE 020 zweifach gewertet werden und
3. das Abschlussmodul CHE 024 dreifach gewertet wird.

Die Gesamtnote im BA-Nebenfach errechnet sich aus dem nach Leistungspunkten gewichteten arithmetischen Mittel der Modulnoten.

II. Modulbeschreibungen

II.1. Modulbeschreibungen der Pflichtmodule

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie
Sigle	CHE 001 A
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften chemischer Elemente bzw. chemischen Prozessen in sprachlicher Beschreibung und in chemischer Formulierung zu verstehen. Sie können sich die Erstellung chemischer Reaktionsgleichungen auf Basis stöchiometrischer Grundlagen und des Massenwirkungsgesetzes selbstständig erarbeiten und dabei notwendige Maßeinheiten richtig anwenden. Sie verstehen den Aufbau von Atomen und können zwischen den Eigenschaften des Atomkerns und der Elektronenhülle unterscheiden. Sie besitzen die Fähigkeit, die verschiedenen chemischen Bindungsarten auf Basis physikalischer und chemischer Grundkenntnisse zu verstehen und ein Urteilsvermögen dafür zu entwickeln, in welchen Verbindungen oder Elementen welcher Bindungstyp vorliegt. Sie besitzen die Fähigkeit, einfache zwei- und dreidimensionale Strukturen von Molekülen selbstständig entwickeln zu können und daraus resultierende Eigenschaften abzuleiten. Sie haben das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente verstanden und können daraus einfache Eigenschaften von Elementen ableiten. In Verbindung mit fachlichem Wissen sind sie in der Lage, Übungsaufgaben und größere inhaltliche Fragestellungen/Zusammenhänge zu bearbeiten.
Inhalt	Grundlagen der allgemeinen Chemie anhand ausgewählter Beispiele und Übungen: Stofftrennung und Elementarteilchen; Kernchemie und Elektronenhülle; Aufbau des Periodensystems, Maßeinheiten und Konzentration; Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie; Bindungsarten, Lewis-Formeln, VSEPR- und MO-Modell; Oxidationszahlen und Redoxreaktionen; Das chemische Gleichgewicht und seine Beeinflussung; ideale und reale Gase; Lösungen und Löslichkeitsprodukt; Säuren, Basen, Puffer und Indikatoren; Elektrochemie und Nernstsche Gleichung.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I (V): 2 SWS b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Experimentalvorlesung I: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Allgemeine Chemie mit Übungen: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)

Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 56 Std. / S = 84 Std. / PV = 40 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

P = Präsenzstudium

S = Selbststudium

PV = Prüfungsvorbereitung

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Grundlagen der Allgemeinen Chemie – Praktikumsmodul
Sigle	CHE 001 B
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage (als Einzelperson oder im Team) die theoretischen Grundlagen aus Modul CHE 001 A in der Praxis anzuwenden. Sie können Einwaagen berechnen und Lösungen herstellen, sie können einfache Trennverfahren anwenden und Stoffgemische voneinander trennen. Anhand von Versuchsbeschreibungen können sie eigenständig einfache Versuchsdurchführungen planen und praktizieren. Sie sind in der Lage mit Hilfe der erlernten Techniken unbekannte Stoffgemische zu analysieren, etwaige Fehler bei der Durchführung zu überprüfen und zu verbessern und die im Labor durchgeführten Versuche zu protokollieren.</p> <p>Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software) in Verbindung mit Fachwissen erworben.</p>
Inhalt	<p>Erlernen grundlegender Tätigkeiten in chemischen Laboratorien: Lösen von Feststoffen, Erhitzen von Flüssigkeiten, Handhabung von Gasen, Filtration, Zentrifugation, Titration, Chemisches Rechnen; Erlernen der „guten Laborpraxis“: Vorbereitung, Dokumentation und Protokollierung der ausgeübten Tätigkeiten, Sicheres Arbeiten im Labor, Abschätzung möglicher Gefahren, richtiges Verhalten im Gefahrenfall; Erlernen chemischer Grundlagen: Stoffchemie ausgesuchter Elemente, Säure/Base-Chemie, Redox-Chemie.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Grundpraktikum in Allgemeiner Chemie (P): 5 SWS b) Seminar zum Grundpraktikum in Allgemeiner Chemie (S): 1 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine Empfohlen: keine</p>
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung und regelmäßige Teilnahme am Seminar (Anwesenheitspflicht)</p> <p>Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet)</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Grundpraktikum in Allgemeiner Chemie: 5 LP (P = 120 Std. / S = 15 Std. / PV = 15 Std.) b) Seminar zum Grundpraktikum: 1 LP (P = 14 Std. / S = 14 Std. / PV = 2 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 134 Std. / S = 29 Std. / PV = 17 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie
Sigle	CHE 002 A
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Prinzipien der klassischen Thermodynamik zu verstehen und thermodynamische Vorgänge zu beschreiben. Sie können zwischen verschiedenen Prozessen differenzieren und verstehen das Prinzip von Kreisprozessen. Die Studierenden sind mit den Zustandsgleichungen idealer Gase und Mischungen vertraut. Ferner sind sie fähig, chemische und elektrochemische Gleichgewichte zu beschreiben und die grundlegenden Prinzipien der Kinetik zu verstehen, sowie zwischen verschiedenen Reaktionsordnungen zu differenzieren.
Inhalt	Gleichgewicht, intensive und extensive Größen, SI-Basiseinheit, Temperatur, nullter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandsgleichungen und totale Differentiale, Wärmekapazität, Einführung in kinetische Gastheorie, isotherme, adiabatische, isochore und isobare Prozesse, Zustandsgleichung idealer Gase und Mischungen, Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Arbeit & Wärme, innere Energie und Enthalpie, Kreisprozesse, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropie, Gibbssche Fundamentalgleichung und chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht, elektrochemisches Gleichgewicht und Nernst-Gleichung, Aufbau einer elektrochemischen Zelle, Reaktionsordnung und Reaktionsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie I (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie I: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zur PC I: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Mathematik I
Sigle	CHE 002 MA
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, mathematische Methoden (Funktionen, Differential- und Integralrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen) zur Lösung von Problemen in der Physikalischen Chemie und der Physik erfolgreich anzuwenden. Sie sind außerdem befähigt, experimentelle Daten durch Anwendung der Fehler- und Ausgleichsrechnung korrekt zu bewerten und zu interpretieren.
Inhalt	Funktionen, Differential- und Integralrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen, Fehler- und Ausgleichsrechnung.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Mathematik I (V): 2 SWS b) Übungen zur Mathematik I (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Mathematik I: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zu Mathematik I: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physik
Sigle	CHE 003
Qualifikationsziele	<p>Das Ziel des Moduls ist die Beherrschung grundlegender Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der klassischen Mechanik, der klassischen Elektrodynamik, sowie Optik.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Kenntnisse der klassischen Physik zu verstehen und zu beschreiben. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage das erlangte Wissen auf physikalische Probleme anzuwenden und physikalische Fragestellungen zu lösen.</p>
Inhalt	Grundlagen der Mechanik und Energieerhaltung, geradlinige Bewegung, Newton'sche Gesetze, Arbeit und Energie, Stoßprozesse, Beschreibung von Drehbewegungen, Schwingungen und Wellen, Einführung zu Elektrizität und Magnetismus, Elektrodynamik sowie Optik.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physik I (V): 1 SWS b) Physik II (V): 2 SWS c) Übungen zur Physik (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physik I: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.) b) Physik II: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) c) Übungen zur Physik: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 20 Std. / PV = 12 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 55 Std. / S = 83 Std. / PV = 42 Std.)
Dauer	3 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Halliday Physik - Bachelor Edition; Halliday, Resnick, Walker; Wiley-VCH Physik - Lehr- und Übungsbuch; Giancoli; Pearson Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure; Tipler, Mosca; Springer Spektrum

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Organische Chemie I
Sigle	CHE 005
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen grundlegende Fachkompetenz in organischer Chemie. Sie können organische Moleküle entsprechend der IUPAC-Nomenklatur benennen und kennen relevante Trivialnamen. Sie verstehen die Prinzipien der Isomerie und können stereochemische Begriffe korrekt anwenden. Sie sind in der Lage, funktionelle Gruppen organischer Moleküle zu erkennen und sind mit den Eigenschaften und der Reaktivität der funktionellen Gruppen bzw. der entsprechenden Stoffklassen vertraut. Sie können die Synthesen der funktionellen Gruppen sowie die wichtigsten Reaktionen der verschiedenen Stoffklassen einschließlich der Reaktionsmechanismen formulieren bzw. anwenden. Zudem sind Sie in der Lage, aufbauend auf bekannten Reaktionen einfache Synthesen selbstständig zu entwickeln.</p> <p>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien verschiedener spektroskopischer Methoden und können diese zur Identifizierung bzw. Strukturaufklärung organischer Verbindungen anwenden.</p>
Inhalt	<p>Grundlagen der Organischen Chemie – Stoffklassen, Strukturen, Eigenschaften und Reaktionen: Struktur und Bindungsverhältnisse organischer Verbindungen (graphische Darstellung, Nomenklatur, Isomerie, funktionelle Gruppen, Substanzklassen); Reaktivität organischer Verbindungen (Substitution, Addition, Cyclisierung, Cycloaddition, Eliminierung, einfache Redoxreaktionen) Alkane, Cycloalkane (Konstitution, Konfiguration, Konformation, Radikalreaktionen); Alkene (Additionsreaktionen, Carbeniumionen, Oxidationsreaktionen); Halogenalkane (Nucleophile Substitution, Eliminierung) Alkine (Acidität, Additionsreaktionen); Aromatische Kohlenwasserstoffe (Aromatizität, Elektrophile Substitution am Aromaten, Substituenteneffekte bei der Zweitsubstitution); Alkohole, Ether, schwefelhaltige Verbindungen, Amine (Darstellungen, Eigenschaften, Reaktionen); Carbonylverbindungen (Darstellungen, CH-Acidität, Mesomerie, Tautomerie, Reaktionen); Carbonsäuren und Derivate (Darstellungen, Eigenschaften, Reaktionen); Grundlagen zur Analyse und Spektroskopie organischer Verbindungen.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Organische Chemie I (V): 3 SWS b) Übungen zur Organischen Chemie I (Ü): 1 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine Empfohlen: keine</p>

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Vorlesung: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 74 Std. / PV = 19 Std.) b) Übung: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 23 Std. / PV = 9 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 55 Std. / S = 97 Std. / PV = 28 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Bruice, Organische Chemie; Clayden, Organic Chemistry; Vollhardt, Organische Chemie

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Anorganische Chemie I
Sigle	CHE 006
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden haben die Grundlagen von Atombau und chemischer Bindung verstanden und sind in der Lage diese tiefergehend zu analysieren. Sie haben weiterführende Bindungskonzepte wie die MO-Theorie kennengelernt und können diese auf unbekannte Moleküle übertragen. Sie haben sich die Verbindungsklasse der Koordinationsverbindungen erarbeitet, können diese mit Hilfe der Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie beschreiben und können aus den Beschreibungen Isomerie und Magnetismus einer Koordinationsverbindung bestimmen. Sie verstehen die Grundzüge der Symmetriellehre von Molekülen und sind in der Lage Symmetrieeoperationen an unbekannten Strukturen abzuleiten und Punktgruppen zu bestimmen.</p> <p>Die Studierenden haben die Grundlagen der qualitativen und quantitativen Analyse verstanden, sind sicher im Herausstellen und Kategorisieren von Fehlern und beim Berechnen von Fehlerfortpflanzung, Standardabweichungen und Kalibration von Standards.</p> <p>Die Studierenden haben die Stoffchemie aller Elemente des PSE kennengelernt und können Vorhersagen über Gruppeneigenschaften, Verbindungen, elektronische Strukturen und einfache Strukturtypen treffen. Sie kennen die Anwendungen der Elemente in der Technik und können die Elemente hinsichtlich ihrer technischen Relevanz und Kritikalität einordnen.</p>
Inhalt	<p>a) Vertiefung von Atombau und Periodensystem der Elemente, Einführung in die Symmetriellehre, MO-Theorie, Koordinationsverbindungen: Atombau und Trends im PSE, Symmetrie, Symmetrieeoperationen und Punktgruppen. Einführung in die qualitative MO-Theorie Koordinationsverbindungen, Isomerie, Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie, Grundzüge des molekularen Magnetismus. Grundlagen der qualitativen, quantitativen Analyse, Bulkanalyse und Mikroverteilungsanalyse, systematische und statistische Fehler, Fehlerbetrachtungen, Standardabweichung, Kalibrierung mit externen und internen Standards</p> <p>b) Stoffchemie der Elemente: Vorkommen und Darstellung, Gruppeneigenschaften, elektronische Strukturen, einfache Strukturtypen, Anwendungen in der Technik, Kritikalität ausgewählter Elemente</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Anorganische Chemie I (V): 2 SWS</p> <p>b) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie II (V): 2 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine</p> <p>Empfohlen: Modul Grundlagen der Allgemeinen Chemie (CHE 001 A)</p>
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %)</p> <p>Art der 2. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>

Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Anorganische Chemie I: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Experimentalvorlesung II: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 56 Std. / S = 84 Std. / PV = 40 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie
Sigle	CHE 007
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Grundlagen der Technischen und Makromolekularen Chemie darzustellen. Weiterhin können Strukturen und Synthesen der Makromolekularen Chemie, Grundoperationen und Trennverfahren klassifiziert werden und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Einfache unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbstständig Lösungen dazu erarbeitet werden.
Inhalt	Definitionen, Begrifflichkeiten & Nomenklatur im Bereich makromolekularen Stoffe; Verwendung von Polymeren in der Gesellschaft; Einteilung von Polymeren in Klassen; Theoretische Beschreibung des polymeren Knäuels, Standardanalytik von Polymeren in Lösung, Molmasse und -verteilung. Synthese von Polymeren (Stufenwachstum und Kettenwachstum; in Lösung und in Dispersion; Katalyse), Struktur und Eigenschaften makromolekularer Stoffe, Physik von Polymeren in deren festen Zustand (thermisch und mechanisch); Herstellungsverfahren & Verarbeitung. Chemische Prozesse in Beispielen: vom Rohstoff zum Endprodukt unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Auswirkungen. Grundlagen der Maßstabsvergrößerung, Einführung in die Kinetik chemischer Reaktionen und die technische Katalyse. Einführung in die Grundoperationen, z. B. Mischen und Rühren. Die Vorlesung ist so aufgebaut, dass ausreichend Zeit zur Diskussion und gemeinschaftlicher Aneignung des Stoffes vorhanden ist.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Technische Chemie (V): 1,25 SWS b) Einführung in die Makromolekulare Chemie (V): 1,25 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 001 A
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: i. d. R. Klausur, abweichend mündliche Prüfung oder Übungsabschluss (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Einführung in die Technische Chemie: 2 LP (P = 18 Std. / S = 32 Std. / PV = 10 Std.) b) Einführung in die Makromolekulare Chemie: 2 LP (P = 18 Std. / S = 32 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4 LP (P = 36 Std. / S = 64 Std. / PV = 20 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Literatur	<p>B. Tieke; „Makromolekulare Chemie: Eine Einführung“ M. Brahm; „Polymerchemie kompakt“ A. Behr, D. W. Agar, J. Jörisen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Staats- und Universitätsbibliothek) Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“</p>
------------------	--

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Einführung in die Biochemie
Sigle	CHE 008
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz im Fach Biochemie. Sie können zelluläre Strukturen beschreiben. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die Struktur und Eigenschaften der Basismakromoleküle der Zelle wie Proteine, Nukleinsäuren, Fette und Zucker. Die Studierenden haben ein Verständnis über die zellulären Funktionen der Biomoleküle und können grundlegende Methoden zu deren Charakterisierung beschreiben. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien der Proteinfunktion, d. h. der strukturellen und katalytischen Funktion sowie der Nukleinsäurefunktion als Hauptelemente des Prozesses der Übertragung der genetischen Information. Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf den grundlegenden beispielhaften biochemischen Prozessen, diese in komplexere und verzweigte biochemische Wege selbstständig zu differenzieren und die Regulationspunkte dieser zu erkennen.</p> <p>Die Studierenden verstehen die biophysikalischen Eigenschaften der Proteine und Nukleinsäuren und somit die grundlegenden Aspekte unterschiedlicher biochemischer Methoden zu ihrer Charakterisierung und können dieses Wissen bei der Identifizierung und Charakterisierung zellulärer Makromoleküle praktisch umsetzen und anwenden.</p>
Inhalt	<p>Aminosäuren, Peptide und Proteine, Proteinstruktur, katalytische und Strukturfunktionen, Enzyme; Lebenszyklus der Proteine in der Zelle.</p> <p>Kohlenhydrate und Lipide; Membranenaufbau; Funktion der Zellmembran.</p> <p>Aufbau, Struktur und Funktion von Nukleinsäuren, Übertragung der genetischen Information, DNA-Replikation, Transkription, RNA-Reifung, Genetischer Code, Translation.</p> <p>Vielfältigkeit der Lebensformen – Beispiele unterschiedlicher Zellen.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Einführung in die Biochemie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Klausur (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Einführung in die Biochemie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Literatur	Allgemeine Lehrbücher der Biochemie (nur die aktuellsten und neuesten Auflagen) wie z. B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tymoczko, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, Wiley-VCH
------------------	--

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Organische Chemie II
Sigle	CHE 009
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen vertiefte Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Chemie. Sie kennen ein breites Spektrum an komplexen Reaktionsmechanismen und können Reaktionen mechanistisch interpretieren (Produktspektrum, Selektivitäten etc.). Sie haben ein eingehendes Verständnis der Eigenschaften und Reaktivität funktioneller organischer Verbindungen und polyfunktioneller Moleküle. Sie beherrschen die Prinzipien der Chemoselektivität und chemoselektiver Transformationen. Sie erkennen wichtige Naturstoffklassen und beherrschen deren grundlegende Biosynthesewege. Sie können unbekannte polyfunktionelle organische Verbindungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Reaktivität analysieren sowie gängige Methoden zu deren Synthese vorschlagen und diskutieren. Sie können organische Verbindungen hinsichtlich ihres Redoxstatus klassifizieren und komplexe Redoxreaktionen interpretieren, dazu gehört auch die Kenntnis relevanter und selektiver Redoxreagenzien für die Synthesechemie. Die Studierenden kennen die Grundlagen analytischer Verfahren und NMR-spektroskopischer Methoden, können diese zur Analyse organischer Verbindungen (und Gemische) anwenden und einfache Beispielspektren auch unbekannter Verbindungen interpretieren.
Inhalt	Reaktionsmechanismen, polyfunktionelle organische Verbindungen und Naturstoffe: Reaktionsmechanismen, mechanistische Grenzfälle und Modellvorstellungen, reaktive Intermediate, Triebkräfte organisch chemischer Reaktionen (kinetische versus thermodynamische Kontrolle, pks als Triebkraft etc.). Komplexe Redoxreaktionen und typische Reagenzien zur selektiven Oxidation und Reduktion organischer Substrate. Polyfunktionelle organische Verbindungen und chemoselektive Reaktionen. Einführung in die wichtigsten Naturstoffklassen (z. B. Kohlenhydrate, Lipide, Terpene, Proteine und Nucleinsäuren) und deren Biosynthesewege. Prinzipien der Polymerisation und Biopolymere. Identifizierung kohlenstoffhaltiger Verbindungen (Spektroskopie) sowie Analyse von Reaktionsfortschritt und Reaktionserfolg und Interpretation bzw. Analyse von Stoffgemischen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie II (V): 3 SWS b) Übungen zur Organischen Chemie II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001 A und CHE 005
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Organische Chemie II: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 74 Std. / PV = 19 Std.) b) Übungen zur Organischen Chemie II: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 23 Std. / PV = 9 Std.)

Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 55 Std. / S = 97 Std. / PV = 28 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Bruice, Organische Chemie; Vollhardt, Organische Chemie; Clayden, Greeves, Warren, Organischen Chemie

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Anorganische Chemie II
Sigle	CHE 010
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die Kenntnisse auf dem Gebiet der Stoffchemie von Metallen und Nichtmetallen vertieft und die Grundlagen der Festkörper- und Materialchemie verstanden und sind somit in der Lage auf diesem Gebiet geeignete Syntheseverfahren zu skizzieren. Sie haben Konzepte für Bindungstypen in Festkörpern verstanden und können Festkörperstrukturen ableiten und analysieren. Sie können zwischen verschiedenen analytischen Verfahren der Festkörperchemie differenzieren und die Messergebnisse kritisch hinterfragen.
Inhalt	Syntheseverfahren von Festkörpern, nanostrukturierten und porösen Materialien, Festkörperstrukturen, Bindungstypen in Festkörpern, Vertiefung der Stoffchemie für Metall- und Nichtmetallverbindungen, Anwendungen von Festkörpern in der Technik. Instrumentelle Festkörperanalytik: Röntgenbeugung, Elektronenmikroskopie, Thermoanalyse, Gassorption, Schwingungsspektroskopie.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie II (V): 3 SWS b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001 A und CHE 006
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Anorganische Chemie II: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 74 Std. / PV = 19 Std.) b) Übungen zur Anorganischen Chemie II: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 23 Std. / PV = 9 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 55 Std. / S = 97 Std. / PV = 28 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik
Sigle	CHE 070 A
Qualifikationsziele	Das Ziel dieses Moduls ist die Schaffung grundlegender Kenntnisse über die allgemeinen Prinzipien der Quantenmechanik. Ihre Bedeutung und ihre Notwendigkeit werden von den Studierenden erkannt. Sie sind vertraut mit dem Prinzip des Welle-Teilchen-Dualismus. Die Studierenden sind in der Lage, zwischen Operatoren und Observablen zu differenzieren und können die Schrödinger-Gleichung auf einfache Systeme anwenden. Die Studierenden sind befähigt, das Teilchen-im-Kasten-Modell zu erklären und ihre erlangten Kenntnisse auf die quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms anzuwenden.
Inhalt	Versagen der klassischen Physik, Einführung in die Quantentheorie: Photoelektrischer Effekt, Planck'sches Strahlungsgesetz, Welle-Teilchen-Dualismus. Schrödinger-Gleichung, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren und Observablen, Heisenberg'sche Unschärferelation, exakte analytische Lösung der Schrödinger-Gleichung für einfache Systeme, Teilchen-im-Kasten-Modell, Wasserstoffatom, Elektronenspin.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 002 A Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische PC
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie II: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zur PC II: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Mathematik II
Sigle	CHE 070 MA
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, mathematische Methoden (Reihenentwicklungen, Methoden der linearen Algebra, Rechnen mit komplexen Zahlen und Funktionen) zur Lösung von Problemen und Aufgabenstellungen der Physikalischen Chemie erfolgreich anzuwenden.
Inhalt	Reihenentwicklungen, lineare Algebra, Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme, Vektoren, komplexe Zahlen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Mathematik II (V): 2 SWS b) Übungen zur Mathematik II (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE002 MA
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Mathematik II: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zur Mathematik II: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie
Sigle	CHE 071
Qualifikationsziele	Das Modul erweitert wichtige Grundlagen in den Bereichen der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Die Studierenden sind in der Lage Mischphasen zu beschreiben und Phasengleichgewichte zu interpretieren. Sie verstehen die Aussagen der Faraday'schen Gesetze und können diese auf atomare/molekulare elektrochemische Prozesse anwenden. Die Studierenden kennen zentrale elektrochemische Methoden wie die Cyclovoltammetrie und sind befähigt, solche Messdaten zu beschreiben und zu interpretieren. Die Studierenden kennen komplexe kinetische Reaktionsmechanismen und die Energien der Übergangszustände.
Inhalt	Theorem der korrespondierenden Zustände, Joule-Thomson-Effekt, Mischphasen, partielle Größen und Gibbs-Duhem-Gleichung, dritter Hauptsatz der Thermodynamik, Nernst-Theorem, Phasengleichgewichte und Gibbssche Phasenregel, Dampfdruckerniedrigung/Siedepunktserhöhung, kolligative Eigenschaften und osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Phasendiagramme und Grenzflächengleichgewichte, Adsorption und Benetzung, Diffusion, Faraday-Gesetze, starke und schwache Elektrolyte, Debye-Hückel-Theorie, Ladungstransport und Grenzleitfähigkeit, Butler-Volmer-Gleichung, elektrochemische Doppelschicht und Elektrodenkinetik, diffusionskontrollierter Grenzstrom, Cyclovoltammetrie, Korrosion, Grundlagen der elektrochemischen Energiespeicherung und Energiewandlung, Kinetik komplexer Reaktionen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie III: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zur PC III: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, Haken/Wolf, Springer

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie
Sigle	CHE 072
Qualifikationsziele	Die Studierenden können Mehrelektronensysteme beschreiben und verstehen ihr Aufbauprinzip. Sie sind in der Lage, quantenmechanische Modelle zur Beschreibung von Molekülrotation- und Molekülschwingung wiederzugeben. Die Studierenden können diese Modelle auf das Auftreten spektroskopischer Übergänge anwenden und zwischen verschiedenen Übergängen differenzieren.
Inhalt	Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Aufbauprinzip, Moleküle und chemische Bindungen, quantenmechanische Oszillator- und Rotator-Modelle, Spektroskopie der Elektronen-, Rotations- und Schwingungsübergänge.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie (V): 2 SWS b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie IV: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übungen zur PC IV: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 22 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 64 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, Haken/Wolf, Springer

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Grundpraktikum in Anorganischer und Analytischer Chemie
Sigle	CHE 012
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind aufgrund ihres Verständnisses der theoretischen Grundlagen von Atombau, Bindungstheorien, Stoffchemie und verschiedener Verbindungsklassen in der Lage selbstständig Lösungen praktischer Problemstellungen sowohl anorganisch-präparativer als auch analytischer Art zu ermitteln und experimentell umzusetzen.</p> <p>Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software) in Verbindung mit Fachwissen vertieft und teilweise neu erworben.</p>
Inhalt	<p>Im Praktikum werden wichtige Syntheseprinzipien (z. B. Fällungsreaktionen, Festkörperreaktionen, Reaktionen mit Gasen) erlernt und angewendet. Bei den Präparaten handelt es sich um Metalle bzw. Legierungen, um Koordinationsverbindungen, anorganische Festkörper sowie um nanostrukturierte Verbindungen. Verschiedene analytische Methoden werden zur Charakterisierung der Präparate eingesetzt (z. B. XRD, REM, UV/VIS u. a.). Daneben werden AAS und RFA als quantitative elementanalytische Methoden verwendet. Im Begleitseminar werden die theoretischen Grundlagen der im Praktikum eingesetzten Analysenmethoden behandelt. Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt ist die Vertiefung stoff- und struktureller Kenntnisse.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Grundpraktikum in Anorganischer u. Analytischer Chemie (P): 7,5 SWS b) Seminar zum Grundpraktikum in Anorganischer u. Analytischer Chemie (S): 1 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Module CHE 001 A, CHE 001 B, CHE 006, CHE 010 und CHE 014 Empfohlen: Module CHE 002 A, CHE 002 MA</p>
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Grundpraktikum AC: 7,5 LP (P = 200 Std. / S = 15 Std. / PV = 10 Std.) b) Seminar zum Grundpraktikum AC: 1,5 LP (P = 20 Std. / S = 15 Std. / PV = 10 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP (P = 220 Std. / S = 30 Std. / PV = 20 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Physikalisch-chemische Praktika
Sigle	CHE 013
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind befähigt, ihre theoretischen, physikalisch-chemischen Kenntnisse auf praktische Problemstellungen zu übertragen. Sie sind in der Lage, Versuchsreihen selbstständig aufzubauen und durchzuführen. Sie können die praktisch ermittelten Ergebnisse darstellen und berechnen (auch mittels fachspezifischer Software). Es ist Ihnen möglich, die Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit) mit dem Erwerb von fachlichem Wissen.
Inhalt	Experimentelle Anwendung und Vertiefung von Grundlagen aus den Bereichen der Physik (Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre und Magnetismus) und Physikalischen Chemie (Elektrochemie, Thermodynamik und Kinetik).
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundpraktikum in Physikalischer Chemie und Physik (P): 7,5 SWS b) Seminar zum Grundpraktikum in Physikalischer Chemie und Physik (S): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001 B und CHE 002 A oder CHE 070 A und CHE 002 MA oder CHE 070 MA Empfohlen: Modul CHE 001 A
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Grundpraktikum PC: 7,5 LP (P = 90 Std. / S = 120 Std. / PV = 15 Std.) b) Seminar zum Grundpraktikum PC: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP (P = 104 Std. / S = 141 Std. / PV = 25 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Grundpraktikum in Organischer Chemie
Sigle	CHE 014
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen grundlegende Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Umgang mit Chemikalien und dem organisch-präparativen Arbeiten in einem Syntheselabor. Sie kennen Arbeits- und Sicherheitsvorschriften zum Arbeiten in chemischen Laboratorien verstehen diese und können sie auf ihre aktuelle Problemstellung anwenden. Sie können Synthese- bzw. Versuchsvorschriften nachvollziehen, theoretisch einordnen, diese (einzeln oder im Team) praktisch umsetzen und relevante Risiken einschätzen. Sie können etwaige Fehler bei der Durchführung von Experimenten evaluieren und korrigieren. Sie beherrschen grundlegende synthetisch relevante Arbeitstechniken, Reinigungsmethoden und Charakterisierungsmethoden zur Analyse von Reaktionsfortschritt und Produkt(-verteilung). Die Studierenden können ihre experimentell gewonnenen Erkenntnisse sprachlich und schriftlich präzise zusammenfassen und entsprechend in einem Abschlussbericht oder Protokoll dokumentieren. Sie haben wichtige Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit Fachwissen erworben.
Inhalt	Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen sowie C-C- und C Heteroatomverknüpfungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie. Analytische Methoden wie IR-, NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die organisch-chemische Labortechnik (V): 1 SWS b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P): 10 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001 B und CHE 005 oder CHE 009 Empfohlen: Modul CHE 001 A
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse der Sicherheitsunterweisung und der organisch-chemischen Labortechnik überprüft (Eingangskolloquium). Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (unbenotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Vorlesung: 1 LP (P = 18 Std. / S = 6 Std. / PV = 6 Std.) b) Grundpraktikum Organische Chemie: 10 LP (P = 250 Std. / S = 30 Std. / PV = 20 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	11 LP (P = 268 Std. / S = 36 Std. / PV = 26 Std.)

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Literatur	Organikum und Lehrbücher der Organische Chemie z. B. Bruice, Vollhardt

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Theoretische Chemie
Sigle	CHE 015
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage allgemeine Prinzipien und Modelle der Theoretischen Chemie zu diskutieren. Auf dieser Basis können sie zwischen den unterschiedlichen elektronischen Strukturen von Molekülen und Festkörpern differenzieren und die Unterschiede analysieren und vergleichen.
Inhalt	Quantenmechanische Modelle, Elektronische Struktur von Molekülen (Hückel) und Festkörpern (Bandstrukturen) – im Detail: Grundlagen Quantenmechanik, Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialenergiehyperflächen, Strukturoptimierung, Infrarotspektroskopie und Übergangszustände, genähertes Lösen der elektronischen Schrödingergleichung, Pauli-Prinzip und Slater-Determinante, Variationstheorie, Optimieren unter Nebenbedingungen, Hartree–Fock-Gleichungen, LCAO-Methode, Hückel-Theorie, Elektronenkorrelation, Dichtefunktionaltheorie (DFT), Basisätze in der Praxis, Festkörper (Bandstrukturen).
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Theoretische Chemie (V): 1 SWS b) Übungen zur Theoretischen Chemie (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001-003, CHE 070 A, CHE 070 MA, CHE 071, CHE 072
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Regelmäßige Teilnahme in den Übungen (Anwesenheitspflicht) und Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Theoretische Chemie: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.) b) Übungen zur Theoretischen Chemie: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 25 Std. / PV = 7 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP (P = 27 Std. / S = 46 Std. / PV = 17 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Anorganische Chemie III
Sigle	CHE 016
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Konzepte auf dem Gebiet der Molekül- und Koordinationschemie tiefergehend zu analysieren. Sie haben zudem fundiertes Wissen in der Organometallchemie erworben, können Synthesen und Anwendungen diskutieren, Katalysezyklen konstruieren und Struktur/Eigenschaftsbeziehungen und passende analytische Methoden herausarbeiten.
Inhalt	Koordinationschemie, Molekülchemie der Nichtmetalle, Organometallchemie der Hauptgruppen- und Übergangsmetalle, Synthesen und Anwendungen, Katalysezyklen, Struktur und davon abgeleitete Eigenschaften: Spektroskopie (IR, NMR, UV/vis), Elektro-, Photo- und Magnetochemie und zugehörige analytische Methoden
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie III (V): 3 SWS b) Übungen zur Anorganischen Chemie III (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Anorganische Chemie III: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 70 Std. / PV = 22 Std.) b) Übungen zur Anorganischen Chemie III: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 24 Std. / PV = 8 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 56 Std. / S = 94 Std. / PV = 30 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Housecroft, Sharpe, Anorganische Chemie Elschenbroich, Organometallchemie Miessler, Tarr, Inorganic Chemistry Gispert, Coordination Chemistry Albright, Burdett, Whangbo, Orbital Interactions in Chemistry

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Organische Chemie III
Sigle	CHE 017
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen vertiefte Fachkompetenz auf dem Gebiet der organischen Chemie mit einem besonderen Schwerpunkt auf komplexen Reaktionsmechanismen und modernen Syntheseverfahren zur stereoselektiven sowie zur stereospezifischen Synthese. Sie kennen die Prinzipien stereoselektiver Synthesemethoden und relevante Modellvorstellungen zur Interpretation und Vorhersage der Selektivität stereoselektiver Reaktionen. Sie können die Produktbildung und Selektivitäten bei stereoselektiven Reaktionen analysieren und interpretieren sowie die Machbarkeit und Selektivität unbekannter Transformationen vorhersagen. Sie können Syntheseverfahren hinsichtlich ihrer Effizienz analysieren und bewerten und können eigenständig diastereo- und enantioselektive Synthesen chiraler Zielmoleküle konzipieren und planen. Sie beherrschen Methoden zur Analyse von Reaktionsmechanismen, Intermediaten und Produkten bzw. Gemischen.
Inhalt	Prinzipien der Stereochemie, stereoselektiver Synthese, komplexer Reaktionsmechanismen und moderner Syntheseverfahren: Stereochemie (Begriffe, Definitionen, Typen chiraler Moleküle, Nomenklatur); Verfahren zur Bestimmung der absoluten Konfiguration und zur Bestimmung der optischen Reinheit; Enantiomeren-trennung; Stereoselektive Synthese: Chiral Pool-Synthese, Chirale Auxiliare (z. B. Enders, RAMP/SAMP, Evans (Oxazolidinone), Seebach (Tad-dole)), Reagenz-, Substrat- und Ligand-kontrollierte Synthesen, Zimmermann-Traxler-Übergangszustand, doppelte Stereodiffe-renzierung, Hammond-Postulat; asymmetrische Katalyse (z. B. Sharpless-Oxidationen; Enzyme in der Synthese); Stereochemie dynamischer Prozesse; Einfluss der Konformation auf Reaktivität (Anomerer Effekt, gau-che-Effekt), Carbonylreaktionen mit C- und H-Nucleophilen (Stereo-selektivität und Modellvorstellungen: Cram-Modell, anti-Cram-Pro- dukte, Felkin-Anh-Modell, Cram-Chelat-Kontrolle; Substrat- versus Reagenzkontrolle; Curtin-Hammett-Prinzip); Eliminierungen (Produktkontrolle; E-, Z-selektive Synthesemetho- den und Olefinierungen); Übergangsmetall-katalysierte Reaktionen (Alkenylierungen, Arylie- rung, Alkinylierung, Metathese); 13C- und 2D-NMR sowie die Kombination von NMR mit anderen spektroskopischen Methoden wie IR, UV/Vis und MS sowie die Bestimmung von Enantiomerenüberschüssen mittels NMR.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie III (V): 3 SWS b) Übungen zur Organischen Chemie III (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001 bis CHE 005 sowie 009 und 014

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Vorlesung: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Übung: 1,5 LP (P = 13 Std. / S = 23 Std. / PV = 9 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP (P = 41 Std. / S = 65 Std. / PV = 29 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Brückner, Reaktionsmechanismen

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Rechtskunde und Toxikologie
Sigle	CHE 018
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und verstehen verschiedene Rechtsgrundlagen, die im beruflichen Umfeld der Chemie erforderlich sind. Sie können dieses Wissen in ihrer Praxis in Studium und Beruf selbstständig nutzen und anwenden. Mögliche Gefährdungen können differenziert analysiert und kritisch bewertet werden. Die Studierenden verfügen über das erforderliche Wissen, um den Sachkundenachweis gemäß § 11 ChemVerbotsV zu erlangen. Sie kennen und verstehen relevantes Grundwissen aus dem Bereich der Toxikologie und können dieses zu den wichtigen rechtlichen Regelwerken in Beziehung setzen.
Inhalt	Allgemeine Rechtskunde, Gefahrstoffrecht, Pflanzenschutz-/Biozidrecht, allgemeine und spezielle Toxikologie einschließlich Verständnis von Wirkungsmechanismen toxischer Substanzen Rechtskunde: <ul style="list-style-type: none"> • Basis aus dem Allgemeinen Recht • Rechtshierarchie • Aktuelles europäisches und deutsches Chemikalien- und Gefahrstoffrecht • Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen • Toxikologische Begriffe und Vorschriften im Gefahrstoffrecht • Rechtsregeln und Hilfsmittel zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr. • Aktuelle Beispiele der Eigenschaften und Wirkungen einiger gefährlicher, bedeutender Einzelstoffe und Stoffgruppen Toxikologie: <ul style="list-style-type: none"> • Toxikokinetik • Metabolismus • Kanzerogenese • Schädigungsmechanismen
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Rechtskunde für Chemiker (V): 1 SWS b) Toxikologie für Chemiker (V): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001 und 005 oder vergleichbare Module
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Klausur (benotet) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Rechtskunde für Chemiker: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.) b) Toxikologie für Chemiker: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Analytische Chemie
Sigle	CHE 028
Qualifikationsziele	<p>a) Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz und Kenntnis über moderne chemisch-analytische Techniken zur Identifizierung und Quantifizierung sowie deren Anwendungsbereiche im Rahmen interdisziplinärer wissenschaftlicher und umweltanalytischer Fragestellungen. Sie sind in der Lage die Zusammenhänge des Analytischen Prozesses zu verstehen, grundlegende Funktionsweisen ausgewählter Arbeitstechniken und Analyseprinzipien zu beschreiben und die Leistungsfähigkeit der Methoden und Verfahren anhand z. B. von Kenndaten und Validierungen zu beurteilen. Die Studierenden haben die Fähigkeit, anhand von Beispielen analytische Fragestellungen im Kontext des Analytischen Prozesses zu diskutieren, problemorientierte Vorgehensweisen zur Zielerreichung zu entwickeln, sowie Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten abzuwägen und Optimierungspotentiale abzuschätzen.</p> <p>b) Die Studierenden besitzen die Kompetenz analytische Daten verschiedener Techniken zusammenzufügen und hieraus einen Strukturvorschlag abzuleiten. Sie haben ein tiefergehendes Verständnis über verschiedene NMR-Experimente und sind in der Lage die wesentlichen Parameter aus diesen abzuleiten und chemische Strukturen zu ermitteln. Sie können orthogonale spektrometrische und spektroskopische Techniken kombinieren. Sie erlangen die Kompetenz einen Strukturvorschlag als eine These zu formulieren, zu prüfen und gegebenenfalls zu modifizieren. Die Studierenden kennen Methoden zur Bestimmung der Konfiguration von Molekülen und sind in der Lage diese anzuwenden.</p> <p>c) Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der physikalischen Wechselwirkungen zwischen beschleunigten Elektronen und Materie. Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Elektronenemittern sowie der Elektronenoptik und sind in der Lage, die Unterschiede zwischen Rasterelektronenmikroskopie (SEM) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) zu beschreiben und ihre jeweiligen Einsatzgebiete einzuordnen. Sie können kontrastbildende Mechanismen in der Elektronenmikroskopie erläutern und Elektronenbeugungsdaten (SAED) analysieren. Darüber hinaus sind sie fähig, elektronenmikroskopische Bilder auszuwerten, um Größenverteilungen von Partikeln zu bestimmen. Die Studierenden sind in der Lage, SAED-Muster zur strukturellen Charakterisierung und Materialzuordnung heranzuziehen. Die Studierenden verstehen die Funktionsweise und analytischen Möglichkeiten der Verfahren EDX und EELS, können die Grundlagen der Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS) darlegen und deren Bedeutung für die chemische Analytik einschätzen.</p>

Inhalt	<p>a) Der Analytische Gesamt-Prozess: Grundgedanke, Fragestellung, Grundbegriffe: Von der Problemstellung bis zur Interpretation analytischer Ergebnisse (Untersuchungsobjekt, Analysenprinzip, Analysenmethode, Plausibilitätskontrolle der analytischen Informationen, Experiment und Bewertung, Konzentrationsbereiche, Validierung, Qualitätssicherung)</p> <p>Umwelt- und Schadstoff-Analytik (Realisierung des Analytischen Prozesses anhand von Beispielen)</p> <p>Begriffe der quantitativen Analytik und Analytischen Qualitätssicherung (Empfindlichkeit, Nachweisgrenze, Detektionsgrenze, Bestimmungsgrenze, Selektivität/Spezifität, Auflösung, Reproduzierbarkeit, Signaltypen, Rauschen; Versuchsplanung, statistische Bewertung von Daten, Kalibrierverfahren, Überprüfung von Richtigkeit und Präzision, ...)</p> <p>Probennahme und Probenvorbereitung bei Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern. (Probenstabilisierung, Aufschlussmethoden, Extraktion, Anreicherung, Matrix-Effekte); Identifizierung und Quantifizierung in verschiedenen Matrices</p> <p>Physikalisch-chemische Trennmethoden (Chromatographie – Systematik und Theorien; Gas- und Flüssigkeits-Chromatographie, Elektrophoretische Trennmethode (GC, HPLC, DC, IC, CE)</p> <p>Bestimmungsmethoden: (Atomspektrometrie: Atomabsorptions- und Atomemissions-Spektrometrie (AAS, AES, ICP-OES); Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie (RFA und TRFA); Massenspektrometrie [Aufbau, Ionisierung, Fragmentierung, Detektion, Kopplungstechniken; (LA) ICP MS, (D)ESI MS]; Radiometrische Analysemethoden: Neutronenaktivierungsanalyse, Tracer- und Isotopenverdünnungsanalyse; Elektroanalytische Verfahren); Sensorik: Optische und elektrochemische Sensoren</p> <p>Strukturanalytik – Molekülspektrometrie (UV-VIS-, Fluoreszenz-, Infrarot- und Raman- Spektrometrie; Gekoppelte Systeme mit Element- und molekülspezifischer Detektion (u. a. Massenspektrometrie)</p> <p>b) ^{13}C-NMR, Korrelationsspektren (COSY, HSQC, HMBC), Nuclear Overhauser Effect und 1D und 2D NOE-Spektren, Aufklärung der relativen und absoluten Konfiguration. Kombinierte Analyse von ausgewählten Naturstoffen anhand spektrometrischer und spektroskopischer Daten.</p> <p>c) Wechselwirkung von Elektronen mit Materie, Aufbau und Funktionsweise von Elektronenmikroskopen (SEM/TEM), Kontrastmechanismen und Bildinterpretation, Beugungsverfahren und Strukturaufklärung (SAED), Element- und Bindungsanalyse mit EDX, EELS und XPS.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Grundlagen der (instrumentellen) Analytischen Chemie (V): 2 SWS</p> <p>b) Spektroskopische Methoden in der Strukturaufklärung von Molekülen (V/S): 1 SWS</p> <p>c) Praktische Anwendungen analytischer Methoden in der Materialwissenschaft: Elektronenmikroskopie und Röntgenphotoelektronenspektroskopie (V): 1 SWS</p>
Modulverantwortliche/r)	Dr. Dirk Eifler, Dr. Thomas Hackl, Dr. Charlotte Ruhmlieb
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Modul CHE 005 (bestanden), Modul CHE 009 (teilgenommen)</p> <p>Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Anorganischen Chemie, CHE 010</p>

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die Modulprüfung besteht aus drei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Teilprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulprüfung: Klausur (benotet, 50%)</p> <p>Voraussetzungen zur 2. Teilprüfung: keine</p> <p>Art der 2. Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 25%)</p> <p>Voraussetzungen zur 3. Teilprüfung: keine</p> <p>Art der 3. Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 25%)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Grundlagen der (instrumentellen) Analytischen Chemie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)</p> <p>b) Spektroskopische Methoden in der Strukturaufklärung von Molekülen: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.)</p> <p>c) Praktische Anwendungen analytischer Methoden in der Materialwissenschaft: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 56 Std. / S = 84 Std. / PV = 40 Std.)
Dauer	2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	<p>a) Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p> <p>b) Hesse, Meier, Zeeh „Spektroskopische Methoden in der Organischen Chemie“; Stefan Berger, Dieter Sicker „Classics in Spectroscopy“</p> <p>c) J. Thomas, T. Gemming „Analytische Transmissionselektronenmikroskopie“, Springer; A. Linnemann, S. Kühl „Grundlagen der Licht- und Elektronenmikroskopie“, utb; E. Hornbogen, B. Skrotzki „Mikro- und Nanoskopie der Werkstoffe“, Springer</p>

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie
Sigle	CHE 019
Qualifikationsziele	<p>Die Ziele des Praktikums sind der Erwerb von Kenntnissen moderner Techniken und Verfahren der Physikalischen Chemie und der Gewinn von ersten Einblicken in aktuelle Forschungskonzepte.</p> <p>Nach kurzer Einführung können die Studierenden komplexere Messgeräte selbst verwenden und ihre grundlegenden Funktionen erklären. Sie erstellen Protokolle unter der Verwendung chemie-spezifischer Software zur Auswertung der Messdaten. Sie sind in der Lage Literaturrecherchen durchzuführen und die erlernten theoretischen Konzepte mit experimentellen Ergebnissen zu vergleichen und so Erklärungen für Beobachtungen zu finden. Die Studierenden wählen für eine wissenschaftliche Fragestellung eine passende Messmethode aus. Sie konzipieren und halten einen wissenschaftlichen Vortrag. Die Studierenden planen und koordinieren ihre Arbeit in einem Team.</p>
Inhalt	Konzepte der modernen Physikalischen Chemie aus den Bereichen der Spektroskopie, Elektrochemie, Magnetochemie, Mikroskopie, Röntgenmethoden, Nanochemie und der Polymere: Blitzlichtphotolyse, Inverse Voltammetrie, Zweiatomige IR- Spektroskopie, Halbleiternanokristalle, Kolloidale Polymersphären, Magnetische Nanopartikel, Konfokale Lasermikroskopie, Kohlenstoffnanoröhren, Raman Spektroskopie, Photonische Kristalle.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie (P): 5 SWS</p> <p>b) Seminar zum Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie (S): 1 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Module CHE 001 A, CHE 001 B, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 003, CHE 070 A, CHE 070 MA, CHE 013 und CHE 014</p> <p>Empfohlen: Module CHE 071, CHE 072</p>
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und Seminarabschluss (Testat des Seminarvortrags)</p> <p>Art der Modulprüfung: mündliche Prüfung (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie: 4,5 LP (P = 28 Std. / S = 81 Std. / PV = 26 Std.)</p> <p>b) Seminar zum Vertiefungspraktikum in Physikalischer Chemie: 1,5 LP (P = 22 Std. / S = 20 Std. / PV = 3 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP (P = 50 Std. / S = 101 Std. / PV = 29 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Integriertes Synthesepraktikum in Anorganischer und Organischer Chemie
Sigle	CHE 020
Qualifikationsziele	<p>Auf der Basis der allgemeinen theoretischen Grundlagen der Molekül-, Festkörper- und Naturstoff-Chemie sind die Studierenden in der Lage, die Herstellung komplexer, funktionalisierter und reaktiver Moleküle eigenständig zu planen, durchzuführen und die erzielten Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Sie können die praktische Durchführung, Reaktionsmechanismen und Stoffcharakterisierungen von modernen Synthesemethoden der Literatur verstehen und präsentieren sowie auf eigene praktische Probleme im Labormaßstab anwenden.</p> <p>Die Studierenden haben wichtige Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Arbeitssicherheit und Zeitmanagement, Fehlerdiskussion, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung Chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit Fachwissen vertieft und teilweise neu erworben.</p>
Inhalt	<p>Synthesen anspruchsvoller Präparate im Grenzbereich zwischen Anorganischer und Organischer Chemie u. a. unter Nutzung der Katalyse und stereoselektiven Synthese. Anwendung der Inertgas- und Schlenktechnik, Arbeiten in der Handschuh-Box, Arbeiten mit gefahrgeneigten, reaktiven Verbindungen, sichere Handhabung moderner Synthese- und Analyseapparaturen, Arbeiten unter speziellen Reaktionsbedingungen (Hitze, Kälte, Luftausschluss, Hochdruck, Gase, Mikromaßstab, Licht), Verständnis und sicherer Umgang mit Methoden der Charakterisierung von Verbindungen wie Chromatographie, Spektroskopie (u. a. NMR), Elementanalytik. Präsentation von modernen Synthesemethoden und den theoretischen Grundlagen von Struktur und Reaktivität im Rahmen eines Kurzvortrags mit Diskussion, Dokumentation von Sicherheitsaspekten, Chemikaliendaten, Arbeitsschritten und Gerätenutzung, Führen eines Laborjournals mit Hinweisen auf Sicherheits- und Entsorgungsaspekte, Anfertigung von wissenschaftlichen Protokollen zu den präparativen und analytischen Experimenten.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Integriertes Synthesepraktikum in Anorg. und Org. Chemie (P): 9 SWS b) Seminar zum IS-Praktikum (S): 1 SWS c) Vortragsseminar (S): 2 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: Module CHE 001 A, CHE 001 B, CHE 002 A, CHE 003, CHE 005, CHE 006, CHE 071, CHE 009, CHE 010, CHE 012, CHE 013, CHE 014 Empfohlen: keine</p>

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse zum sicheren Arbeiten sowie zur Durchführung der Synthesen überprüft (Eingangstestat). Die Modulprüfung besteht aus drei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Referat (benotet, 20%)</p> <p>Voraussetzungen zu den Modulteilprüfungen 2 und 3: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle) und erfolgreicher Seminarabschluss inkl. Teilnahme am Seminar zur „Guten Wissenschaftlichen Praxis“ (GWP).</p> <p>Art der Modulteilprüfungen 2 und 3: mündliche Prüfungen (jeweils 40%, benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Integr. Synthesepraktikum AC/OC: 9 LP (P = 180 Std. / S = 45 Std. / PV = 45 Std.)</p> <p>b) Seminar zum IS-Praktikum: 1 LP (P = 15 Std. / S = 15 Std.)</p> <p>c) Vortragsseminar: 2 LP (P = 30 Std. / S = 15 Std. / PV = 15 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 225 Std. / S = 75 Std. / PV = 60 Std.)
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

Modultyp	Pflichtmodul
Modultitel	Bachelorarbeit
Sigle	CHE 024
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben unter Anleitung die Fähigkeit zur selbstständigen wissenschaftlichen Bearbeitung eines definierten Themas aus einem Teilgebiet der Chemie in Theorie und/oder Praxis erlernt. Sie kennen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis sowie wichtige Veröffentlichungen und Theorien des bearbeiteten Spezialgebietes und wenden dieses Wissen gezielt an. Sie können Konzepte zur zielgerichteten Bearbeitung der Aufgabe entwickeln und diese durch Anwendung erlernter wissenschaftlicher Methoden und Literaturrecherche selbstständig umsetzen. Sie werten Ergebnisse aus und können diese kritisch interpretieren und bewerten. Ihre Methodenkompetenz umfasst außerdem die Erstellung eines wissenschaftlichen Berichtes und dessen mündliche Präsentation mit anschließender Diskussion der Arbeit.
Inhalt	Vertiefte Bearbeitung eines aktuellen oder grundlegenden chemischen Themas in einer Arbeitsgruppe mit Aufstellung eines Arbeitsplans, Literaturrecherche (in der Bibliothek und im Internet), Erlernen der fachspezifischen Methodik, Dokumentation und Auswertung der Daten, Bewertung der Ergebnisse, gegebenenfalls kritische Diskussion im Vergleich zu wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen, Anfertigung einer Bachelorarbeit im Einklang mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis, mündliche Präsentation der Arbeit mit anschließender Diskussion.
Modulverantwortliche(r)	s. Gutachterliste für Bachelorarbeiten im Studiengang B.Sc. Chemie
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer alle theoretischen Pflichtmodule und die Grundpraktika CHE 001 B, CHE 012, CHE 013 und CHE 014 erfolgreich abgeschlossen hat. Von den Pflichtmodulen CHE 071, CHE 072, CHE 016, CHE 017, CHE 018 und CHE 028 dürfen bei Anmeldung der Bachelorarbeit maximal 10 LP offen sein. Die Praktikumsabschlüsse der Vertiefungspraktika CHE 019 und CHE 020 müssen ebenfalls erfolgreich abgeschlossen sein. Die Bachelorarbeit kann nicht in dem Bereich durchgeführt werden, in dem ein Pflichtmodul noch nicht erfolgreich abgeschlossen ist. Empfohlen: Wahlpflichtmodul CHE 021, CHE 022, CHE 023, CHE 026 oder CHE 027, abhängig von dem Fach, in dem die Bachelorarbeit angefertigt werden soll.
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Bachelorarbeit (benotet, 5/6) und Kolloquium, (benotet, 1/6) Prüfungssprache: siehe Angaben zu <i>Sprache</i>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Bachelorarbeit + Kolloquium: 12 LP
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP

Dauer	Die maximale Dauer der Bachelorarbeit beträgt drei Monate ab Anmeldung.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester

II.2. Modulbeschreibungen der Wahlpflichtmodule

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Modultitel	Biochemie
Sigle	CHE 021
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die allgemeinen Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nukleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Vorgänge. Außerdem können sie moderne Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie erklären und bei praktischen Fragestellungen anwenden und Ergebnisse interpretieren.
Inhalt	In der Vorlesung Biochemie werden Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen dargestellt, sowie der Metabolismus von Kohlenhydraten, Fetten, Aminosäuren und Nukleotiden behandelt. Ausgewählte Proteine (Hämoglobin, Membranpumpen und Kanäle) werden bezüglich ihrer Struktur und Funktion detailliert behandelt. Die zelluläre Koordination wird an Beispielen wie Proteintargeting und -Abbau, Glykosylierung, Signaltransduktion und die molekulare Physiologie an Beispielen wie Muskelaufbau, Immunsystem und Sensorische Systeme (Gehör, Geruch, Geschmack) dargestellt. Außerdem werden Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren, Replikation, Transkription und Translation, Rekombinante DNA-Technologien und Regulation der Genexpression behandelt. In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionssysteme vorgestellt. Im Praktikum werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemie (V): 2 SWS b) Biochemische Analytik (V): 2 SWS c) Biochemisches Praktikum (P): 6 SWS Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden. Es findet an 18 Tagen zu je 6 Stunden statt.
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 008
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen. Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50%) Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen). Art der 2. Modulteilprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 50%) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch

Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Biochemie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) b) Biochemische Analytik: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) c) Biochemisches Praktikum: 6 LP (P = 108 Std. / S = 34 Std. / PV = 38 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 164 Std. / S = 118 Std. / PV = 78 Std.)
Dauer	1 bis 2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester: Vorlesung und Übungen Das Praktikum kann im Sommersemester oder im Wintersemester durchgeführt werden.
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L. Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Modultitel	Makromolekulare Chemie
Sigle	CHE 022
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen weiterführende Inhalt der Makromolekularen Chemie und können dieses Wissen bei Fragestellungen zur Synthese und Eigenschaften bzw. der Verarbeitung von Polymeren anwenden. Die Studierenden sind in der Lage Gelerntes praktisch umzusetzen und dabei praktische Problemstellungen in der Makromolekularen Forschung zu untersuchen.
Inhalt	<p>Es werden die erweiterten Grundlagen der Makromolekularen Chemie vermittelt, mit Schwerpunkten einerseits auf der Synthese von Polymeren (Reaktionsführung, Kinetik, Molmassenverteilung) und andererseits auf der Charakterisierung in Lösung (Knäueldimensionen, Thermodynamik) und in der festen Phase/Schmelze (rheologisch, thermisch, mechanisch). Diverse Polyreaktionen und die jeweiligen Mechanismen werden behandelt, und die Konzepte der Viskoelastizität vertieft. Hierbei werden Polymere, die z. B. in Form von Folien, Fasern, Lacken und Klebstoffen im Alltag Verwendung finden, und funktionale Polymere, wie sie z. B. in der Medizin verwendet werden, exemplarisch beleuchtet. Im Praktikum werden Polymere hergestellt, gereinigt und charakterisiert.</p> <p>Stichworte: Struktur und Reaktivität von Monomeren, Polymerisationsarten, Strukturprinzipien von Polymermaterialien, Form und Beweglichkeit der Moleküle, Bestimmung der chemischen Struktur, Charakterisierung des Makromoleküls, Bestimmung der Molmassen- und Teilchengrößenverteilung, Mechanik von Polymeren.</p>
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü): 1 SWS c) Makromolekular-chemisches Praktikum (P): 6 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 001 A, CHE 001 B, CHE 013 oder CHE 014 Empfohlen: Module CHE 007, CHE 005, CHE 009, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 071
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50%)</p> <p>Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss (Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle)</p> <p>Art der 2. Modulteilprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 50%)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Makromolekulare Chemie: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 63 Std. / PV = 30 Std.) b) Übungen zur Makromolekularen Chemie: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.) c) Makromolekular-chemisches Praktikum: 6 LP (P = 96 Std. / S = 50 Std. / PV = 34 Std.)

Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 152 Std. / S = 134 Std. / PV = 74 Std.)
Dauer	1 bis 2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Modultitel	Technische Chemie
Sigle	CHE 023
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die besprochenen Themenfelder der Technischen Chemie darzustellen. Weiterhin können die besprochenen Themenfelder klassifiziert und auf unbekannte Sachverhalte angewendet werden. Unbekannte Fragestellungen können analysiert und beurteilt werden sowie selbstständig Lösungen dazu erarbeitet und evaluiert werden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Gelerntes praktisch anzuwenden. Anhand vorgegebener Fragestellungen werden Experimente selbstständig im zweier Team durchgeführt und eigenständig analysiert. Eigenständige Lösungen werden gefunden und schriftlich dokumentiert, beurteilt und diskutiert.</p>
Inhalt	<p>Stoff- und Wärmetransport sowie Verweilzeitverhalten von Reaktoren und deren Einfluss auf das Produktspektrum einer Reaktion, Dimensionsanalyse und Maßstabsvergrößerung, Auslegung technischer Apparate, technische Katalyse, experimentelle Charakterisierung chemischer Reaktoren und praktische Lösung reaktionstechnischer Probleme, Analyse und Modellierung chemischer Reaktionen, statistische Versuchsplanung, Vermittlung weiterer und vertiefender Kenntnisse zu thermischen und mechanischen Grundoperationen. Chemische Prozesse und Verfahrensentwicklung in ausgewählten Beispielen.</p> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Prozesssimulation mit Aspen Plus • Thermische Trennung azeotrop siedender Binärgemische (Rektifikation) • Extraktion • Ermittlung kinetischer Daten im Batch-Reaktor • Verweilzeitverhalten der Grundtypen chemischer Reaktoren • Kalorimetrie und Wärme
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>a) Technische Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Technischen Chemie (Ü): 1 SWS c) Technisch-chemisches Praktikum (P): 6 SWS</p>
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007 (Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie)</p>
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine</p> <p>Art der Modulprüfung: 50% Praktikumsabschluss (Kolloquien, benotete Testate der Praktikumsprotokolle) 50% Klausur (benotet)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Technische Chemie: 4,5 LP (P = 42 Std. / S = 63 Std. / PV = 30 Std.) b) Übungen zur Technischen Chemie: 1,5 LP (P = 14 Std. / S = 21 Std. / PV = 10 Std.) c) Technisch-chemisches Praktikum: 6 LP (P = 96 Std. / S = 50 Std. / PV = 34 Std.)</p>

Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 152 Std. / S = 134 Std. / PV = 74 Std.)
Dauer	1 bis 2 Semester Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden.
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	A. Behr, D. W. Agar, J. Jörisen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als e-book in der Staats- und Universitätsbibliothek) Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“ E. Müller-Erlwein: „Chemische Reaktionstechnik“ Patat, K. Kirchner: „Praktikum der technischen Chemie“ Berlin: De Gruyter, 1986. Versuchsbeschreibungen

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Modultitel	Computerchemie
Sigle	CHE 026
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen chemischer Simulationen und datenbasierter Methoden in der Chemie zu erklären und zu diskutieren, sie zur Lösung konkreter chemischer Fragestellungen anzuwenden, sowie problemspezifisch geeignete Modellparameter und Näherungen auszuwählen. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Näherungen in chemischen Simulationen zu vergleichen und zu bewerten. Sie sind außerdem fähig, mithilfe einer modernen Skriptsprache wie Python Berechnungen zu automatisieren und Programmpakete zum Beispiel im Bereich des maschinellen Lernens anzuwenden und an die problemspezifischen Bedürfnisse anzupassen, sowie mit moderner Modellierungs-Software umzugehen.
Inhalt	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen von Kraftfeldmethoden, Anwendungsbeispiele (z. B. nichtbindende Wechselwirkungen, Moleküle in Lösungen) • Molekulardynamik-Simulationen, gemittelte Moleküleigenschaften • Statistische Fehleranalyse • Molekülstrukturoptimierung mit ausgewählten Anwendungen, z. B. für die Übergangszustandssuche und Berechnung von Reaktionsprofilen • Thermodynamische Korrekturen zu Molekül-Berechnungen (Bedeutung der Entropie), Übergangszustandstheorie • Theoretische Grundlagen ausgewählter Machine-Learning-Algorithmen wie Gaussian Process Regression • Vergleich ausgewählter Deskriptoren für das maschinelle Lernen in der Chemie • Dimensionsreduktion und Clustering-Algorithmen in der Chemie • Dichtefunktionaltheorie • Elektronenkorrelation und Dissoziationskurven • Chemische Bindung im Festkörper und an Oberflächen • Bandstrukturen und Zustandsdichten • Berechnung von IR-Schwingungsspektren <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung problemspezifischer Software, zum Beispiel Python, Quantenchemieprogramme • Forschungsorientiertes Projekt zur Berechnung der Eigenschaften von Molekülen und nanoskopischen Strukturen, zum Beispiel optische Eigenschaften, Einzelmolekül-Leitwerten, magnetischer Eigenschaften • Auswirkungen von Näherungen
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekulardynamik und maschinelles Lernen (V + Ü): 2 SWS b) Dichtefunktionaltheorie und chemische Bindung (V + Ü): 2 SWS c) Computerchemisches Praktikum (P): 6 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 001-004, CHE 006, CHE 015 (begleitend im 5. Semester)

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Die Modulprüfung besteht aus zwei Teilprüfungen.</p> <p>Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: keine</p> <p>Art der 1. Modulteilprüfung: Klausur (benotet, 50 %)</p> <p>Voraussetzungen zur 2. Modulteilprüfung: Praktikumsabschluss</p> <p>Art der 2. Modulteilprüfung: mündliche Prüfung (benotet, 50 %)</p> <p>Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch</p>
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	<p>a) Molekulardynamik: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)</p> <p>b) Dichtefunktionaltheorie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.)</p> <p>c) Computerchemisches Praktikum: 6 LP (P = 90 Std. / S = 60 Std. / PV = 30 Std.)</p>
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 146 Std. / S = 144 Std. / PV = 70 Std.)
Dauer	1 bis 2 Semester
Häufigkeit des Angebots	<p>Vorlesung: Jährlich im Sommersemester</p> <p>Praktikum: In der vorlesungsfreien Zeit</p>
Literatur	<p>Frank Jensen, Introduction to Computational Chemistry, Wiley VCH, Weinheim, 3. Auflage 2017</p> <p>Jens Reinhold, Quantentheorie der Moleküle, Springer Spektrum, Wiesbaden, 5. Auflage 2015</p> <p>Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili, Machine Learning mit Python, MITP-Verlags-GmbH, Frechen, 2. Auflage 2018</p> <p>Kevin P. Murphy, Machine Learning – A Probabilistic Perspective, MIT Press, Cambridge MA, 2012</p>

Modultyp	Wahlpflichtmodul
Modultitel	Der Analytische Prozess
Sigle	CHE 027
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Analytischen Chemie, kennen wichtige analytische Arbeitsweisen und Methoden und können die grundlegenden Funktionsweisen ausgewählter Analyseprinzipien beschreiben.</p> <p>Sie können analytische Fragestellungen aus Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft mit der problemorientierten Auswahl geeigneter Verfahren und Methoden in Zusammenhängen reflektieren und selbstständig angehen. Sie sind sich einer oft vorhandenen Interdisziplinarität bewusst und verstehen den Analytischen Prozess im Sinne einer zielorientierten Gesamtbetrachtung.</p> <p>Die Studierenden sind sich der Bedeutung der Analytik und der auf ihrer Basis erfolgenden Entscheidungen im Kontext bewusst und können ihr analytisches Handeln auch bezüglich der Wahl von geeigneten qualitätssichernden Maßnahmen entsprechend planen und absichern.</p> <p>Die Studierenden verfügen über statistisches Wissen und können statistische Methoden bei der Konzeption und Bewertung analytischer Untersuchungsmethoden anwenden.</p>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Versuche, Auswertungen und Kurzvorträge aus den Bereichen qualitative und quantitative (instrumentelle) Analyse in verschiedenen (Umwelt-) Matrices, eingebettet in einen Gesamt-Zusammenhang aus der Praxis • Umgang mit gesetzlichen und analytischen Regelwerken (z. B. AbwV, LAGA, DepV, DIN, LAWA-AQS) z. B. bei der Deklarationsanalyse. Kontext, Fragestellung, Ziel-Klärung • Strategie und Probennahme, Repräsentativität, Konzentrationen und Frachten, Vor-Ort-Analytik, Homogenisierung, Teilung und Konservierung, Probenvorbereitung, Aufschluss- und Extraktions-Verfahren, Methoden der Chromatographie, Spektrometrie, Elementaranalyse • Matrixeffekte, Reproduzierbarkeit, Plausibilitätsprüfung, Validierung, Nutzung eindeutiger Begriffe, Analytische Qualitätssicherung, Auswertung, Analysenbericht, GWP und GLP, Qualitäts-Management • Grenz-/ Erwartungswerte, Messunsicherheit, Bewertung, Kommunikation und Rückkopplung bezüglich der Fragestellung; Arbeitsorganisation im analytischen Labor (z. B. LIMS und Lean-Management) • Weitere Methoden: Enzymatische und Immunochemische Analyse; AAS und AES; RFA und TRFA; Neutronenaktivierungs-Analyse, Tracer- und Isotopenverdünnungs-Analyse; GC und LC, Elektrophoretische Trennmethoden; UV/VIS-, Infrarot-, Raman- und NMR-Spektrometrie; Massenspektrometrie; Gekoppelte Systeme mit Element- und molekulspezifischer Detektion; Bildgebende Verfahren • Grundlagen der Statistik, Variablentypen, Skalenniveaus, Population, Stichprobe; Deskriptiver Statistik, graphische Darstellungen, Lage- und Streumaße; Zufallsvariablen, Verteilungsfunktionen; Induktive Statistik, Wahrscheinlichkeiten; Parameterschätzung, Konfidenzintervalle; statistische Tests (z. B. Ausreißertests, Signifikanztests, Varianzanalyse)

Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Korrelations- und Regressionsanalyse, Kalibrierung; Kenngrößen analytischer Verfahren (z. B. Bestimmungs- und Nachweisgrenze, Arbeitsbereich, Wiederfindungsrate); Fehlerbetrachtung, Validierung, Ringversuche
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Der Analytische Prozess (AnaPro) (P, E): 2 SWS b) Seminar zum Praktikum AnaPro (S): 2 SWS c) Überblick der Analytischen Chemie (V): 2 SWS d) Statistik und Chemometrie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen zur Allgemeinen und Anorganischen Chemie
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: keine Art der Modulprüfung: Projektabschluss (benotet, 50 %); 2 Teilklausuren (benotet, je 25%) Prüfungssprache: i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Der Analytische Prozess: 3 LP (P = 60 Std. / S = 20 Std. / PV = 10 Std.) b) Seminar zum Praktikum AnaPro: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) c) Überblick der Analytischen Chemie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 42 Std. / PV = 20 Std.) d) Statistik und Chemometrie: 3 LP (P = 28 Std. / S = 28 Std. / PV = 34 Std.)
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP (P = 144 Std. / S = 132 Std. / PV = 84 Std.)
Dauer	2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Zu § 23
Inkrafttreten

Diese Fachspezifischen Bestimmungen treten am Tag nach der Veröffentlichung als Amtliche Bekanntmachung der Universität Hamburg in Kraft. Sie gelten erstmals für Studierende, die ihr Studium zum Wintersemester 2025/2026 aufnehmen.

Hamburg, den 29. Oktober 2025
Universität Hamburg