Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Biochemie und Molekularbiologie

gültig ab Wintersemester 2026/2027

Fachbereich Biologie

Fachbereich Chemie

Inhalt

Allgemeine Informationen **4**
Abkürzungsverzeichnis 4
Übersicht über den Bachelorstudiengang Biochemie und Molekularbiologie **5**
Studienplan 5
Pflichtmodule **6**
Allgemeine und Anorganische Chemie 6
Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie 8
Mathematik I 9
Grundlagen der Biochemie 10
Grundlagen der Biologie und Genetik 12
Organische Chemie 13
Grundpraktikum Organische Chemie 14
Biochemie und Molekularbiologie I 15
Biophysik I 17
Entwicklungsbiologie 19
Statistik und Chemometrie 20
Biophysik II 21
Biochemische Analytik 23
Strukturbiologie I 24
Technologiefolgeabschätzung 26
Data Science (Theorie und Praxis) 27
Strukturbiologie II 29
Zellbiologie I 31
Grundlagen der Immunologie 32
Mikrobiologie 33
Infektionsbiologie 34
Biochemie und Molekularbiologie II 35
Zellbiologie II 36
Projektstudie 37
Wahlpflichtangebot des Wintersemesters **38**
Molekularbiologie in Pflanzen – genetische, proteinbiochemische und mikroskopische Analysen 38
Neurobiologie 40
Einsatz von Massenspektrometrie in der Molekularbiologie 41
Molekulare Evolutionsbiologie 42
Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie 43
Anorganische Chemie II 45
Theoretische Chemie 46
Rechtskunde und Toxikologie 47
Einführung in die Medizinische Chemie 48
Pharmazeutische Mikrobiologie 49
Synthetische Zellbiologie – Vorlesungsmodul 50
Wahlpflichtangebot des Sommersemesters **51**
Einführung in die Psychobiologie 51
Anorganische Chemie I 52
Organische Chemie II 53

Makromolekulare Chemie – Vorlesungsmodul 55
Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik 56
Mathematik II 57
Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie 58
Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie 60
Lebensmittelchemie II 61
Ernährungsphysiologie 62
Grundlagen der klinischen Chemie 63
Systematik pathogener und arzneistoffproduzierender Organismen 64
Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul B 65
Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul C 66
Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul D 67
High Throughput-Experimente 68
Wahlmodule des Wintersemesters 69
Rechtskunde und Toxikologie 69
Einführung in die Medizinische Chemie 69
Synthetische Zellbiologie - Vorlesungsmodul 69
BWL für Chemiker und Chemikerinnen: F&E Management und F&E Controlling 69
Software-Einsatz in der Chemie 71
Warenkunde II 72
Entwicklung biochemischer Lernumgebungen I 73
Dermatologie I 74
Wahlmodule des Sommersemesters 75
Ernährungsphysiologie 75
BWL für Chemiker und Chemikerinnen: Grundlagen 75
Software-Einsatz in der Chemie 76
Warenkunde I 77
Entwicklung biochemischer Lernumgebungen II 78
Dermatologie II 79
Bachelorarbeit 80

Allgemeine Informationen

Abkürzungsverzeichnis

FB	Fachbereich
LP	Leistungspunkte (Credit Points, 1 LP entspricht 30 Stunden Arbeitsaufwand)
P	Praktikum
S	Seminar
SWS	Semester Wochen Stunden = Stunden pro Woche während der Vorlesungszeit
Ü	Übungen
V	Vorlesung

Angebotshäufigkeit der einzelnen Lehrveranstaltungen

Sämtliche Lehrveranstaltungen werden einmal im Studienjahr angeboten. Die Lehrveranstaltungen des 1., 3. und 5. Fachsemesters finden immer im Wintersemester, die Veranstaltungen des 2., 4. und 6. Semesters immer im Sommersemester statt.

Übersicht über den Bachelorstudiengang Biochemie und Molekularbiologie

Studienplan

1. Sem.	Allgemeine & Anorg. Chemie (6 LP)		Physikalische Chemie I (4,5 LP)	Mathe-matik I (4,5 LP)	Grundlagen der Biochemie (8 LP)			Grundlagen der Biologie und Genetik (7 LP)				
2. Sem.	Biophysik I (6 von 9 LP)		Organische Chemie (6 LP)		Grundpraktikum Organische Chemie (6 LP)		Biochemie & Molekular-biologie I (5 LP)	Entwicklungs-biologie (7 LP)				
3. Sem.	Bio-physik I (3 v. 9 LP)	Bio-physik II (3 LP)	Statistik, Chemo-metrie (3 LP)	Struktur-biologie I (6 LP)		Biochemische Analytik (12 LP)						Technologie-folge-abschätzung (3 LP)
4. Sem.	Data Science (6 LP)		Struktur-biologie II (6 LP)		Zellbiologie I (6 LP)		Infektions-biologie (6 LP)		Immuno-logie (3 LP)		Mikro-biologie (3 LP)	
5. Sem.	Biochemie & Molekular-biologie II (6 LP)		Wahlpflichtbereich (12 LP)				Freier Wahlbereich (12 LP)					
6. Sem.	Zellbiologie II (9 LP)			Projektstudie (9 LP)			Bachelorarbeit (12 LP)					

Pflichtmodule

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Allgemeine und Anorganische Chemie**
Sigle	**CHE 080 A**
Modulverantwortlich	Dr. D. Schaarschmidt
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften chemischer Elemente bzw. chemischen Prozessen in sprachlicher Beschreibung und in chemischer Formulierung wiederzugeben. 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 haben das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente verstanden und können daraus einfache Eigenschaften von Elementen ableiten. Entsprechend können sie wichtige Stoffkreisläufe und Reaktionstypen nennen und erläutern.
Inhalt	Grundlegende Konzepte der Chemie; Atombau, Struktur der Elektronenhülle, Periodensystem der Elemente; Stöchiometrie, chemisches Rechnen, chemische Formeln und Gleichungen, Gasgesetze; Bindungsvorstellungen und chemische Verbindungen: Ionenbindung, Atombindung, metallische Bindung, van-der-Waals-Kräfte, Moleküle, Koordinationsverbindungen, Nomenklatur; chemische Reaktionen: Energetik, chemisches Gleichgewicht, Kinetik, Katalyse; Chemie in wässriger Lösung: Wasser, Lösungsvorgänge und Löslichkeitsprodukt, Säuren und Basen; Redox-Reaktionen; Stoffchemie ausgewählter Haupt- und Nebengruppenelemente mit Bezug zu wichtigen technischen Verfahren oder mit biologisch/biochemischer Relevanz.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Allgemeine und Anorganische Chemie (V): 4 SWS b) Übungen zur Allgemeinen und Anorganischen Chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Mathematik auf Abiturniveau, naturwissenschaftliche Allgemeinbildung
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Allgemeine und Anorganische Chemie (V): 4 LP b) Übungen zur Allgemeinen und Anorganischen Chemie (Ü): 2 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Literatur	E. Riedel, H.-J. Meyer, *Allgemeine und Anorganische Chemie*, 12. Auflage, de Gruyter, Berlin, **2019**. C. E. Mortimer, U. Müller, *Chemie: Das Basiswissen der Chemie*, 13. Auflage, Thieme, Stuttgart, **2020**.

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die klassische Physikalische Chemie**
Sigle	**CHE 002 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. T. Beck
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, Zustandsfunktionen 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
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie I: 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie I: 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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**
Modulverantwortlich	Dr. T. Vossmeyer
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
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Mathematik I: 3 LP b) Übungen zu Mathematik I: 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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	**Grundlagen der Biochemie**
Sigle	**CHE 008 BC**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. Z. Ignatova
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz im Fach Biochemie. Sie haben ein Verständnis über den zellulären Aufbau und die grundlegenden Abläufe innerhalb einer Zelle. Sie besitzen Kenntnisse über den Aufbau und die Funktion der Basismakromoleküle der Zelle, wie Proteine, Nukleinsäuren, Lipide und Kohlenhydrate und Methoden zu deren Charakterisierung. Sie sind mit der Funktion und Kinetik von Enzymen vertraut. Die Studierendenden kennen die grundlegenden Prinzipien der Übertragung der genetischen Information und des Metabolismus. Durch das Praktikum wird ein sicheres Arbeiten im allgemeinen und biochemischen Labor vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage eigenständig Versuchsdurchführungen zu planen und umzusetzen. Die Studierenden besitzen eine grundlegende Kompetenz nach den neuesten Anforderungen der wissenschaftlichen Praxis, Daten sachgerecht schriftlich zu erfassen und zu präsentieren. Fehler bei Versuchsdurchführung können analysiert und diskutiert werden.
Inhalt	Vorlesung: Wasser und Puffersysteme, chemische Bindungen, Aufbau der prokaryotischen und eukaryotischen Zelle und Funktion der Zellorganellen, Aufbau und Funktion der Biomoleküle (Kohlenhydrate; Lipide; Nukleinsäuren, Proteine), Enzyme und Enzymkinetik, Übertragung der genetischen Information (Replikation, Transkription, Translation), grundlegende Aspekte des Metabolismus Übung und Praktikum: Sicheres Arbeiten im allgemeinen und biochemischen Labor, Konzentration und Molaritäten von Lösungen, Herstellung von Puffersystemen und Medien, pH-Wert-Einstellung, Spektralphotometrie, Proteinfällung, Enzymkinetik, zellbiologisches Arbeiten; Datenanalysen und Zusammenfassung des Versuchsablaufs im Protokoll
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Biochemie (V): 2 SWS b) Übungen zur Einführung in die Biochemie (Ü): 1 SWS c) Praktikum Grundlagen der Biochemie (P): 3 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Grundlagen der Biochemie: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Einführung in die Biochemie: 3 LP b) Übungen zur Einführung in die Biochemie: 1,5 LP c) Praktikum Grundlagen der Biochemie: 3,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	8 LP

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Allgemeine Lehrbücher der Biochemie (jew. aktuellste Auflage) wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczkom, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, Wiley-VCH

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Grundlagen der Biologie und Genetik**
Sigle	**BIO-BCMB-04**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. J. Kehr, Dr. J. Kluth
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien und Konzepte der Biologie und der Genetik. Sie erwerben die Fähigkeiten zum praktischen Arbeiten im Labor, zum selbstständigen Recherchieren, zum Strukturieren und Präsentieren.
Inhalt	Grundlagen der Biologie und Genetik in den Bereichen Pflanzenzelle und Pflanzenanatomie, klassische und formale Genetik, Cytogenetik, Populationsgenetik, Humangenetik, Molekulare Grundlagen der Vererbung, Transkription und Translation, Mutationen und DNA-Raparatur, Gentechnik und Genomeditierung, Im Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung vertieft und die grundlegenden Techniken zellbiologischer, mikrobiologischer und gentechnischer Arbeitsmethoden vermittelt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundlagen der Biologie und Genetik (V): 2 SWS b) Seminar zum Biologischen und genetischen Grundpraktikum (S): 1 SWS c) Biologisch-Genetisches Grundpraktikum (P): 5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Biologisch-Genetischen Grundpraktikum: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Studienleistungen:** 1. Referat zum Seminar (unbenotet) 2. Praktikumsabschluss (unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur zu a) und c) (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Grundlagen der Biologie und Genetik(V): 3 LP b) Seminar zum Biologischen und genetischen Grundpraktikum (S): 1 LP c) Biologisch-Genetisches Grundpraktikum (P): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	7 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Biologie, N.A. Campbell, J.B. Reece, aktuelle Auflage, Pearson Biologie, W.K. Purves, D. Sadava, G.H. Orians, H.C. Heller, aktuelle Auflage, Spektrum

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Organische Chemie**
Sigle	**CHE 081 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. C. Stark, Dr. G. Ehrlich
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben eine grundlegende Fachkompetenz in organischer Chemie. Sie sind in der Lage, funktionelle Gruppen komplexer Moleküle zu erkennen und Beispielverbindungen den entsprechenden (Natur-)Stoffklassen zuzuordnen. Sie können Moleküle entsprechend der IUPAC-Nomenklatur benennen und stereochemische Begriffe korrekt anwenden. Sie sind mit den wichtigsten Reaktionen der funktionellen Gruppen vertraut und können deren Synthesen und Reaktionsweisen einschließlich der Reaktionsmechanismen formulieren bzw. anwenden.
Inhalt	Alkane (Konformation von Alkanen), Cycloalkane (Ringspannung, Sesselkonformation), Halogenalkane, radikalische Substitution, nucleophile Substitution an aliphatischen Systemen (S_N1, S_N2), Alkanole, Alkene (Eliminierung, elektrophile Addition), Aromatische Verbindungen (elektrophile Substitution, Erst- und Zweitsubstitution), Alkine, Carbonylverbindungen (Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Fette, Öle, Wachse, Phospholipide), Amine, Aminosäuren, Peptide, Proteine, Kohlenhydrate, Isomerie (Strukturisomere, Stereoisomere, Konformationsisomere, chirale Verbindungen, *cis-/trans*-Isomerie).
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Organische Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Organischen Chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Anorganischen Chemie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulteilprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Organische Chemie (V): 4 LP b) Übungen zur Organischen Chemie (Ü): 2 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Organische Chemie, P.Y. Bruice, aktuelle Auflage, Pearson Organikum, aktuelle Auflage, Wiley VCH

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Grundpraktikum Organische Chemie**
Sigle	**CHE 014 BC**
Modulverantwortlich	
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Apparaturen und Versuchsanordnungen aufzubauen und organisch-präparative Arbeiten strukturiert durchzuführen. Dabei wenden sie die aktuell gültigen Sicherheits- und Entsorgungsrichtlinien fallspezifisch an. Sie wenden grundlegende analytische Methoden zielgerichtet an und dokumentieren ihre Versuchsdurchführungen und Ergebnisse nach den gültigen wissenschaftlichen Standards. Die Studierenden wenden dabei ihr Wissen aus dem Stoffgebiet der OC auf die praktische Versuchsdurchführung an und vertiefen dadurch ihre theoretischen Kenntnisse. Die Studierenden können die erworbenen Schlüsselqualifikationen (Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung und Zeitmanagement, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) zielgerichtet anwenden und sich dadurch weiteres fachliches Wissen selbstständig aneignen.
Inhalt	Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redox-Reaktionen sowie Reaktionen von Carbonylverbindungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie. Analytische Methoden wie IR- und NMR-Spektroskopie
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einf. in die organisch-chemische Labortechnik (V): 0,5 SWS b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P): 5,5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 005 (Organische Chemie I) oder CHE 081 A (Organische Chemie), vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung und grundlegende Kenntnisse der organisch-chemischen Labortechnik. Empfohlen: Modul CHE 001 (Grundlagen der Allgemeinen Chemie) oder CHE 080 A (Allgemeine und Anorganische Chemie)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Einführung in die organisch-chemische Labortechnik (V): 0,5 LP b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P): 5,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Organikum und Lehrbücher der Organische Chemie z.B. Bruice, Vollhardt

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Biochemie und Molekularbiologie I**
Sigle	**CHE 405 BC**
Modulverantwortlich	Prof Dr. Z. Ignatova
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Funktionen von Proteinen sowie die Mechanismen und die Kinetik von Enzymen. Die Studierenden beherrschen die Bedeutung der Lipide und Kohlenhydrate für den zellulären Stoffwechsel sowie grundlegende Prinzipien des Energiestoffwechsels und deren Regulation.
Inhalt	In der Vorlesung werden die Grundlagen der Kinetik an Beispiel von Enzymreaktionen behandelt. Es werden katalytische und regulatorische Strategien von Enzymen sowie verschiedene Proteinfunktionen wie Faserproteine, Membranproteine, Muskeln und das Cytoskelett vermittelt. Die Zielsteuerung von Proteinen, Posttranslationale Modifikationen und Vesikulärer Transport werden außerdem behandelt. Im Vorlesungsseminar werden die Struktur und Funktionen von Lipiden behandelt. Dazu gehören die Einteilung der Lipidklassen, Aufbau der Zellmembran, Synthese von langkettigen und ungesättigten Fettsäuren, beta-Oxidation mit Energiebilanz, Synthese von Cholesterin sowie die Synthese und Bedeutung von Steroidhormonen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Regulation des Intermediärstoffwechsels: Stoffwechselwege der Glucose und der Aminosäuren (Glykolyse, Gluconeogenese, Pentosphosphatweg, Zitratzyklus, Harnstoffzyklus), sowie Regulationsmechanismen des Intermediärstoffwechsels.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Proteinchemie (V): 2 SWS b) Biochemie des Stoffwechsels (V/S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 008, CHE 008 BC oder eine andere Einführung in die Biochemie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** a) Klausur Proteinchemie (benotet, 50%) b) Klausur Biochemie des Stoffwechsels (benotet, 50%) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Proteinchemie (V): 3 LP b) Biochemie des Stoffwechsels (V/S): 2 LP
Gesamtaufwand des Moduls	5 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Allgemeine Lehrbücher der Biochemie wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, aktuellste Auflage, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczkom, aktuellste Auflage, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, aktuellste Auflage, Wiley-VCH Teil Proteinchemie: Enzyme Kinetics: Principles and Methods, H. Bisswanger, 2. Auflage 2011, Wiley-VCH

	Practical Enzymology, H. Bisswanger, 2. Auflage 2008, Wiley-VCH

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Biophysik I**
Sigle	**CHE 408**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. T. Beck, Dr. M. Perbandt
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • grundlegende Konzepte der Mechanik, Thermodynamik, Optik und Elektrizitätslehre im Kontext biologischer Systeme zu erläutern, • physikalische Größen wie Energie, freie Energie, chemisches Potential, Kräfte, Felder und Potentiale im Hinblick auf biochemische Prozesse (z. B. Diffusion, Membrantransport, Enzymfunktion, Bioenergetik) zu interpretieren, • molekulare Wechselwirkungen (z. B. elektrostatische Effekte, hydrophobe Wechselwirkungen, Wasserstoffbrückenbindungen) physikalisch zu beschreiben und deren Bedeutung für Proteinstruktur, -faltung und -stabilität zu analysieren, • grundlegende biophysikalische Methoden (u. a.„Streu- und Diffraktionsmethoden) in ihrem physikalischen Prinzip zu erklären und hinsichtlich ihrer Aussagekraft für biochemische Fragestellungen einzuordnen, Im Praktikum erwerben die Studierenden darüber hinaus die Fähigkeit, • grundlegende physikalische Experimente zu Themen wie Optik, Elektrizität, Diffusion und mechanischen Eigenschaften selbstständig durchzuführen, • Messdaten quantitativ auszuwerten, Messunsicherheiten abzuschätzen und Fehlerquellen zu reflektieren, • experimentelle Ergebnisse strukturiert zu dokumentieren.
Inhalt	Im Rahmen dieses Moduls werden die grundlegenden biophysikalischen und physikalischen Prinzipien biologischer Systeme vermittelt. Aufbauend auf physikalischen Grundkonzepten werden Struktur, Dynamik und Funktion biologischer Systeme von der molekularen bis zur zellulären Ebene behandelt. Die Lehrinhalte umfassen insbesondere: • Einführung in die Biophysik sowie grundlegende Aspekte der Zellstruktur • Optik und Licht–Materie-Wechselwirkungen in biologischen Systemen • Zellmechanik, Zytoskelett und Eigenschaften biologischer Materialien • Thermodynamische Grundlagen, Diffusionsprozesse und statistische Konzepte • Biomembranen, Transportprozesse und Membrandynamik • Molekulare Kräfte und physikalische Eigenschaften von Biomolekülen • Struktur, Dynamik und Funktion von Makromolekülen und Proteinen • Grundlagen der Systembiologie sowie ausgewählte biophysikalische Anwendungen • Bioenergetik, Bioelektrizität und Signalweiterleitung in Zellen • Schwingungen und Wellenphänomene in biologischen Systemen • Spektroskopische Methoden und Streuverfahren zur Untersuchung biologischer Strukturen
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biophysik I (V): 3 SWS b) Übungen zur Biophysik I (Ü): 1 SWS c) Biophysik Praktikum (P): 3 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Biophysik-Praktikum: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Zu b) Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Zu a) Klausur (benotet, 100%) Zu c) Praktikumsabschluss (unbenotet, 0%)

	Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Biophysik I (V): 4,5 LP b) Übungen zur Biophysik I (Ü): 1,5 LP c) Biophysik Praktikum (P): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	2 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Entwicklungsbiologie**
Sigle	**BIO-14**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. A. Schnittger
Qualifikationsziele	Studierende besitzen grundlegende Kenntnisse der Entwicklungsprinzipien bei Pflanzen und Tieren, der konservierten Grundkonzepte und deren Abwandlung bei komplexen Differenzierungsvorgängen; sie verfügen über Kenntnisse von Entwicklungsprozessen, die Voraussetzung zum Verständnis der genetischen Grundlagen sind; sie sind in der Lage verschiedene Entwicklungstypen als Kontinuum bei veränderten Umweltbedingungen zu begreifen und Fehlbildungen als Folge von Entwicklungsstörungen zu verstehen; Sie besitzen das Wissen um sich an der Diskussion um die Stammzellforschung fachlich fundiert zu beteiligen.
Inhalt	Grundlagen der Entwicklung höherer Pflanzen und Tiere Pflanzen: Generative Entwicklung und Embryogenese, molekulare Musterbildung, Keimlingsentwicklung, Prinzipien von Signaltransduktionsketten, Meristemidentität, Differenzierungsprozesse, vegetative Entwicklung, Lichtwahrnehmung, Blütenmorphogenese, Seneszenz Mutation – Mutanten, Tiere: Bildung der Gameten im Tierreich, Befruchtung, Meiose-Mitose, Chromosomenbau, Geschlechtsbestimmung, Vermehrung: geschlechtliche, parthenogenetische und vegetative Vermehrung.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Entwicklungsbiologie (V): 2 SWS b) Entwicklungsbiologisches Praktikum (P): 3 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Entwicklungsbiologischen Praktikum: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Studienleistung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Entwicklungsbiologie (V): 3 LP b) Entwicklungsbiologisches Praktikum (P): 4 LP
Gesamtaufwand des Moduls	7 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Statistik und Chemometrie**
Sigle	**CHE 203**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. S. Seifert
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Wissen zur problemorientierten Gewinnung und Darstellung von Datensätzen sowie zu deren Beurteilung mittels statistischer Parameter und Werkzeuge. Weiterhin werden Kenntnisse zur Anwendung statistischer Methoden bei der Konzeption und Bewertung lebensmittelanalytischer Untersuchungsmethoden vermittelt.
Inhalt	• 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) • Korrelations- und Regressionsanalyse, Kalibrierung • Kenngrößen lebensmittelanalytischer Verfahren (z.B. Bestimmungs- und Nachweisgrenze, Arbeitsbereich, Wiederfindungsrate) • Fehlerbetrachtung, Validierung, Ringversuche
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Statistik und Chemometrie in der Lebensmittelanalytik (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module CHE 002 A (Physikalische Chemie I), CHE 002 MA (Mathematik I)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Statistik und Chemometrie in der Lebensmittelanalytik (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Biophysik II**
Sigle	**CHE 409**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. T. Beck, Prof. Dr. R. Kaufmann, Prof. Dr. A. Pearson, Dr. M. Perbandt
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • grundlegende Verfahren zur markierungsfreien Bestimmung von Bindungswechselwirkung, Faltungsprozessen und Stabilität von Biomolekülen zu erläutern, • physikalische Prinzipien von thermodynamischen Methoden (Information über freie Energie, Enthalpie, Entropie) und kinetischen Methoden (Geschwindigkeiten von Prozessen/Zustandswechsel) wiederzugeben, • grundlegende Konzepte unterschiedlicher Methoden der Fluoreszenz-Mikroskopie und Fluoreszenz-Spektroskopie sowie deren Analysekonzepte zu erläutern, • Voraussetzungen und Limitierungen einzelner mikroskopischer und spektroskopischer Konzepte und deren Anwendung auf unterschiedliche biologische Fragestellungen einzuordnen.
Inhalt	Thermodynamische und kinetische Methoden: • Isotherme Titrationskalorimetrie (ITC) –Messung von Bindungsenthalpien und Affinitäten • Oberflächenplasmonenresonanz(SPR) und Bio-Layer Interferometrie (BLI) –Bestimmung von Bindungsaffinitäten und Kinetiken • Differenzielle Scanning-Kalorimetrie (DSC) –Analyse von Faltungsprozessen und Stabilität von Proteinen Mikroskopie-Techniken, Spektroskopie & Streuverfahren III: • Fluoreszenzmikroskopie (u.a. Super-Resolution, Expansion, Particle Tracking) zur strukturellen, dynamischen und funktionellen Untersuchung biologischer Präparate • Fluoreszenzspektroskopie (u.a. FRET, FCS, FLIM) zur Untersuchung hoch dynamischer biologischer Prozesse, nm-Abstandsbestimmungen, photo-physikalischer Veränderungen etc. • Rasterkraftmikroskopie zur Untersuchung und Manipulation von biologischen Oberflächenstrukturen • X-Ray Tomography
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Biophysik II (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Teilnahme an Modul CHE 408 (Biophysik I)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Biophysik II (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Biochemische Analytik**
Sigle	**CHE 410**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. D. Wilson, Dr. P. Ziegelmüller
Qualifikationsziele	Die Studierenden können moderne Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie erklären und bei praktischen Fragestellungen anwenden und Ergebnisse interpretieren.
Inhalt	In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionssysteme vorgestellt. In den Übungen werden die Inhalte der Vorlesung mit praxisnahen Fragestellungen vertieft. Im Praktikum werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet. Abgerundet wird das Modul durch ein interaktives Wiki auf der Lern-Plattform OpenOLAT, welches von den Studierenden selbst erstellt wird.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemische Analytik (V): 2 SWS b) Methoden der Biochemie und Molekularbiologie (Ü): 2 SWS c) Biochemisches Praktikum (P): 5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Biochemischen Praktikum: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: Module CHE 008, CHE 008 BC oder eine andere Einführung in die Biochemie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Zu b) Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Zu a) Klausur (benotet 100%) Zu c) Praktikumsabschluss (unbenotet 0%) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Biochemische Analytik (V): 3 LP b) Methoden der Biochemie und Molekularbiologie (Ü): 3 LP c) Biochemisches Praktikum (P): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Ein allgemeines Lehrbuch der Biochemie wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, aktuelle Auflage, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczkom, aktuelle Auflage, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, aktuelle Auflage, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH Zusätzlich: Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, aktuelle Auflage, Spektrum Verlag

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Strukturbiologie I**
Sigle	**CHE 411**
Modulverantwortlich	Dr. T. Hackl, Dr. M. Perbandt, Dr. M. Riedner
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Rolle der Röntgenkristallographie als Teilgebiet der strukturellen Charakterisierung von Proteinen einzuordnen, • grundlegende Schritte der Proteinkristallisation sowie der Gewinnung und Auswertung von Beugungsdaten zu beschreiben, • Elektronendichtekarten zu interpretieren und einfache Proteinmodelle iterativ zu verbessern, • grundlegende Qualitätskriterien von Proteinstrukturen zu beurteilen, • ausgewählte Softwarewerkzeuge zur Strukturverfeinerung und -visualisierung anzuwenden. • Die Grundprinzipien der Massenspektrometrie (Ionisation, Massentrennung, Detektion) zu erklären. • Ionisation mittels ESI und MALDI zu beschreiben. • Geeignete MS-basierte Methoden für strukturbiologische Fragestellungen auszuwählen. • Einfache MS-Datensätze zu interpretieren (Ladungsverteilungen, Massenbestimmung, Erkennen von Addukten, Fragmentspektren). • die physikalischen Grundlagen der NMR-Spektroskopie zu erklären. • verschiedene 1D- und 2D-NMR-Spektren für die Strukturanalyse von bioorganischen Molekülen interpretieren. • 3D-NMR-Experimente zur Analyse von Proteinen zu erklären. • grundlegende Voraussetzungen in der Probenpräparation verschiedener Molekülklassen zu benennen. • ausgewählte Software für die Analyse von NMR-Daten anzuwenden.
Inhalt	Das Modul vermittelt grundlegende experimentelle Methoden zur strukturellen Charakterisierung von Proteinen, insbesondere Röntgenkristallographie, NMR-Spektroskopie und Massenspektrometrie. Der erste Teilbereich vermittelt eine umfassende Einführung in die Theorie und Praxis der biomolekularen Röntgenkristallographie. Es behandelt die Grundlagen der Proteinkristallisation, Datenerhebung und -auswertung sowie den iterativen Modellbau und die Strukturverfeinerung von Biomakromolekülen. Der Teilbereich „Massenspektrometrie“ vermittelt eine Einführung in die Anwendung massenspektrometrischer Methoden zur Struktur- und Interaktionsanalyse von Proteinen. Behandelt werden die Grundlagen der Ionisation (ESI, MALDI), der Massentrennung und Fragmentierung sowie der Einsatz von MS zur Bestimmung von Molekülmassen, Proteinzusammensetzung und Ligandenbindung. Darüber hinaus werden strukturbiologisch relevante MS-Ansätze wie native Massenspektrometrie, Crosslinking-MS und Hydrogen-Deuterium-Exchange-MS (HDX-MS) vorgestellt, die Einblicke in Konformationsänderungen, Bindestellen und Protein-Protein-Interaktionen ermöglichen. Der Teilbereich NMR vermittelt zunächst die physikalischen Grundlagen (Kernspin, NMR-Magnete, Resonanzgleichung). Behandelt werden dann NMR-spektroskopische Analysen von biologischen Proben, beginnend bei einfachen Bausteinen wie Aminosäuren, Kohlenhydraten und Nucleotiden. Dabei werden verschiedene 1D- und 2D-Experimente eingeführt und der Zusammenhang zwischen verschiedenen NMR-Parametern (chemische Verschiebung, Integral, skalare Kopplung, Nuclear Overhauser Effect) und chemischen Strukturen wird vermittelt. Nach einem kurzen Exkurs in die Analyse komplexer Gemische (Metabolomics) wird im Anschluss die Analyse von Proteinen mittels 3D-NMR-Spektren behandelt. Der praktische Teil in dem Teilbereich „Röntgenkristallographie“ umfasst eine Einführung in ausgewählte Softwarewerkzeuge, insbesondere Phenix und Coot.

	Der praktische Teil „Massenspektrometrie“ umfasst eine Einführung in die Auswertung einfacher MS-Datensätze, einschließlich der Interpretation von Massenspektren, Ladungsverteilungen und Adduktbildungen und der Identifizierung von Peptiden aus einfachen Fragmentspektren. Der praktische Teil „NMR“ vermittelt die Einführung in NMR-Auswertesoftware und die Analyse von NMR-Daten bioorganischer Verbindungen am Beispiel von Kohlenhydraten sowie Peptiden.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Strukturbiologie I (V): 2 SWS b) Praktische Übungen zur Strukturbiologie I (Ü/P): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme an den Praktischen Übungen zur Strukturbiologie I: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Strukturbiologie (V): 3 LP b) Praktische Übungen zur Strukturbiologie (Ü/P): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Technologiefolgeabschätzung**
Sigle	**BIO-17**
Modulverantwortlich	Dr. M. Himmel
Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten Einblick in die Grundlagen der biomedizinischen Ethik und in die Grundsätze für wissenschaftliches Arbeiten nach den Prinzipien der Guten Wissenschaftlichen Praxis. Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt ist das Erkennen von und der Umgang mit Dual-Use- und Missbrauchsrisiken in der Wissenschaft. Neben grundsätzlichen ethischen Erwägungen wird vor dem Hintergrund der gesetzlich garantierten Forschungsfreiheit besonders auf den aktuellen Stand der Debatte zur Selbstregulierung durch die Wissenschaft und die nationalen sowie internationalen rechtlichen Rahmenbedingungen eingegangen. Es werden die Herausforderungen an eine bioethische begründete Entscheidungsfindung vorgestellt und Fallbeispiele für Forschungsvorhaben mit Dual-Use- und Missbrauchsrisiken vorgestellt, um so das Bewusstsein für solche Risiken zu schärfen. Es werden Lösungswege aufgezeigt, die, dem Prinzip der Forschungsfreiheit folgend, einen verantwortungsvollen Umgang mit risikobehafteten Arbeiten ermöglichen. Praxisbeispiele aus der Bewertung wissenschaftlichen Fehlverhaltens führen die Studierenden an die Grundsätze der Guten Wissenschaftlichen Praxis heran und vermitteln die für die spätere berufliche Tätigkeit erforderlichen Kenntnisse an eine GWP-konforme Planung, Durchführung, Auswertung und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten.
Inhalt	• grundlegende Prinzipien ethischer Bewertungsmaßnahmen in den Lebenswissenschaften • ethische Entscheidungskriterien • grundlegende rechtliche und kodifizierte Regeln für den Umgang mit risikobehafteten Forschungsvorhaben, die ein Missbrauchspotenzial aufweisen (*Dual Use Research of Concern*) • Grundsätze der Guten Wissenschaftlichen Praxis (GWP)
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Technologiefolgeabschätzung (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (unbenotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Technologiefolgeabschätzung (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Data Science (Theorie und Praxis) für Biochemie und Molekularbiologie**
Sigle	**CHE 403**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. S. Seifert
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen Methoden der deskriptiven, univariaten und multivariaten Statistik und können diese Verfahren für die Datenauswertung anwenden. Sie nutzen hierfür moderne Softwaretools, deren Anwendung somit ebenfalls erlernt wird. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, strukturbiologische Daten aus öffentlichen Datenbanken zu analysieren, relevante Strukturmerkmale quantitativ zu erfassen und Proteinstrukturen mithilfe geeigneter Softwarewerkzeuge auszuwerten. Sie verstehen grundlegende Prinzipien der computergestützten Strukturvorhersage, einschließlich KI-basierter Ansätze.

Inhalt	• Grundlagen zum Arbeiten mit R und Git
	• Dokumentation von Ergebnissen mit Markdown (R Markdown)
	• Deskriptive Statistik
	• Statistische Tests
	• Principal Component Analysis (PCA)
	• Korrelationsanalyse, Regressionsanalyse
	• Explorative (unüberwachte) Datenanalyse, z.B. Principal Component Analysis (PCA)
	• Maschinelles Lernen (überwachte Datenanalyse)
	  • Partial Least Squares Regression (PLS)
	  • k nearest neighbor (k-NN)
	  • Soft independent modelling by class analogy (SIMCA)
	  • Künstliche Neuronale Netze (ANN)
	  • Support Vector Machines (SVM)
	  • Random Forests (RF)
	• Strukturdatenbanken und biochemische Formate
	• Informationen aus Proteinstrukturen
	• Maschinelles Lernen, Strukturvorhersage und AlphaFold
	• Proteinfamilien und Strukturmustererkennung
	• Integration von Struktur mit Omics-Daten

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Data Science (V/Ü): 3 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 203 (Statistik und Chemometrie) Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Data Science (V/Ü): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Strukturbiologie II**
Sigle	**CHE 412**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. Y. Hashem
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über fundiertes Wissen über die Grundlagen der Methoden und Vorgehensweisen zur Struktur-Funktions-Analyse von Biomolekülen als auch die Nutzung entsprechender Programmsysteme und Datenbanken. Sie besitzen ein vertieftes Verständnis der Anwendung von cryo-EM zu Strukturanalysen. Sie erlernen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze.
Inhalt	Die Vorlesung behandelt kryogene Elektronenmikroskopie (Cryo-EM) und deren Anwendung zur Strukturaufklärung von Biomolekülen (Proteinen, Nukleinsäuren usw.) mit Schwerpunkt auf dem Struktur-Funktions-Zusammenhang. Es werden die Grundlagen der Cryo-EM erläutert, darunter Einzelpartikel-Kryo-EM (SPA-Cryo-EM) und Kryo-Elektronentomographie (Cryo-ET), die als komplementäre Methoden zur Strukturaufklärung von Biomolekülen ex vivo bzw. in situ gelten. Zusätzlich werden weitere experimentelle und theoretische Techniken der Strukturbiologie besprochen, darunter Röntgenbeugung, Molekulardynamiksimulationen und Strukturvorhersagealgorithmen auf Basis von Deep Learning. Die Übungen dienen der Vertiefung der Vorlesungsinhalte anhand von Beispielen und Publikationen. Im Praktikum wenden die Studierenden spezifische Protokolle und Software zur Bildverarbeitung, Molekülmodellierung und Visualisierung an, um die Strukturen verschiedener Moleküle anhand eines gegebenen Satzes von Cryo-EM-Bildern zu bestimmen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Strukturbiologie II (V): 2 SWS b) Übungen zur Strukturbiologie II (Ü): 1 SWS c) Praktikum Strukturbiologie II mit Begleitseminar (P+S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: CHE 411 (Strukturbiologie I) Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Strukturbiologie II: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Zu b) Übungsabschluss (unbenotet) Zu c) Praktikumsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Strukturbiologie II (V): 3 LP b) Übungen zur Strukturbiologie II (Ü): 1 LP c) Praktikum Strukturbiologie II mit Begleitseminar (P+S): 2 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Zellbiologie I**
Sigle	**CHE 414**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. K. Grünewald
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen wichtige zelluläre Vorgänge auf molekularer Ebene und können sie beschreiben und analysieren. Die Studierenden können intrazelluläre Prozesse experimentell nachvollziehen.
Inhalt	In der Vorlesung werden die Funktionsweisen eukaryontischer Zellen behandelt. Dabei geht es um Kompartimente und Zellorganelle, Proteintargeting, Proteinglykosylierung, Proteinqualitätskontrolle, Vesikulärer Transport, Signaltransduktion, Aufbau des Zytoskeletts, Funktion molekularer Motoren, Bewegung von Zellen, Zelladhäsion, Aufbau und Funktion der Extrazellulären Matrix, Steuerung und Kontrolle der Zellteilung, Bewegung von Zellen, zelluläre Kommunikation, Apoptose, Signaltransduktion Ursachen und Therapieansätze bei Krebserkrankungen sowie Eigenschaften und Manipulation von und Stammzellen. Im Seminar wird das Wissen anhand aktueller Literatur ausgebaut. Im Praktikum werden mit biochemischen, zellbiologischen, modernen mikroskopischen und molekularbiologischen Methoden sowie der Durchflusszytometrie die Inhalte der Vorlesung und des Seminars vertieft und praktisch angewendet. Abgerundet wird das Modul durch ein interaktives Wiki auf der Lern-Plattform OLAT, welches von den Studierenden selbst erstellt wird.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Zellbiologie I (V): 2 SWS b) Seminar Zellbiologie I (S): 1 SWS c) Praktikum Zellbiologie I (P): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Zellbiologie I: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: Modul CHE 410 oder Module CHE 021 A und CHE 021 B
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Zu b) Referat zum Seminar (unbenotet) Zu c) Praktikumsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Zellbiologie I (V): 3 LP b) Seminar Zellbiologie I (S): 1,5 LP c) Praktikum Zellbiologie I (P): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Grundlagen der Immunologie**
Sigle	**CHE 415**
Modulverantwortlich	Dr. P. Ziegelmüller
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Immunologie. Sie wissen wie das Immunsystem funktioniert, wie B- und T-Lymphozyten gebildet werden, wie die Prozessierung von Antigenen stattfindet, wie das Komplementsystem und die Erkennung molekularer Strukturen funktionieren, wie Antikörper und T-Zell Rezeptoren aufgebaut sind und sie kennen die Grundlagen des angeborenen und des erworbenen Immunsystems. Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Antiköperformate zu designen und molekularbiologisch herzustellen.
Inhalt	In der Vorlesung Grundlagen der Immunologie wird die angeborene Immunität vorgestellt. Im Detail werden die Barrierefunktion, die Phagozytose, die Erkennung molekularer Strukturen und das Komplementsystem behandelt. Bei der erworbenen Immunität werden sowohl die humorale als auch die zelluläre Immunantwort besprochen. Es wird der Aufbau, die Variabilität und Rekombination, der Klassenwechsel und die Herstellung von Antikörper erläutert. Der Aufbau und die Vielfalt von T-Zell Rezeptoren werden ebenso behandelt wie die Kommunikation und Reifung von B- und Z-Lymphozyten.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Grundlagen der Immunologie (V/S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Grundlagen der Immunologie (V/S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Mikrobiologie**
Sigle	**BIO-BCMB-07**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. W. Streit, Prof. Dr. A. Weiß
Qualifikationsziele	Studierende besitzen grundlegende theoretische Kenntnisse der Mikrobiologie wie u.a. von der Relevanz der Mikroorganismen für Stoffkreisläufe, das humane Mikrobiom und der Physiologie und Phylogenie von Mikroorganismen. Zudem soll ein Überblick über die Diversität metabolischer Fähigkeiten von Mikroorganismen sowie Einblicke in die Grundlagen der Infektionsmikrobiologie erhalten. Daneben soll auch ein Überblick über die Verwertung von Mikroorganismen in der Biotechnologie erhalten werden.
Inhalt	Grundlagen der Mikrobiologie (Struktur und Funktion der bakteriellen Zelle, Taxonomie, Bakterienphysiologie, mikrobielle Biotechnologie und Genomik, Konjugation, CRISPR-cas, Milchsäurebakterien, Biofilmbildung, Nitrifizierung. N2-Fixierung, Methanogenese, Infektionsprozesse, Mikrobiome, Zell-Zellkommunikation, Wirkmechanismen von Antibiotika).
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Einführung in die Mikrobiologie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Einführung in die Mikrobiologie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Infektionsbiologie**
Sigle	**BIO-13**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. T. Lenz
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse der Infektionsbiologie, über eine Auswahl an Pathogenen und deren Infektionsstrategien, über angeborene und erworbene Immunität und über Antibiotika-Resistenzen. Sie haben die Prinzipien der Wirt-Pathogen Koevolution verstanden und haben einen Einblick in die Epidemiologie erhalten. Darüber hinaus haben sie Kenntnisse in einigen Spezialgebieten der Infektionsbiologie erhalten.
Inhalt	• Pathogene und ihre Infektionsstrategien, am Beispiel von Bakterien, Viren, Pilzen und Parasiten • Immunität bei Pflanzen und Tieren • Wirt-Pathogen Koevolution • Epidemiologie • Antibiotika-Resistenzen • Weitere Spezialthemen im Seminar
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Grundlagen der Infektionsbiologie (V): 2 SWS b) Spezielle Themen der Infektionsbiologie (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch (V) und Englisch (S)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Module zu den Grundlagen der Molekularbiologie, Genetik, „Biochemie, Molekularbiologie und Zellbiologie
Modulabschluss	**Studienleistung:** Zu b) Referat zum Seminar (auf Englisch, unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch (Klausur)
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Grundlagen der Infektionsbiologie (V): 3 LP b) Spezielle Themen der Infektionsbiologie (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Empfohlen: Biology of Infectious Disease, von Michael G. Milgroom, Springer [2023]

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Biochemie und Molekularbiologie II**
Sigle	**CHE 425**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. D. Wilson
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über eine fundierte Fachkompetenz in den Bereichen Biochemie und Molekularbiologie. Sie besitzen umfangreiches Wissen und ein vertieftes Verständnis der Prozesse, die im Rahmen des zentralen Dogmas des Lebens ablaufen. Zudem haben sie wertvolle molekulare Einblicke in die DNA-Replikation, RNA-Transkription und Proteinsynthese gewonnen.
Inhalt	Die Vorlesung behandelt umfangreich die Replikation der DNA, die Transkription der DNA in mRNA sowie die Translation der mRNA in Proteine, sowohl in Bakterien als auch in Eukaryoten. Darüber hinaus führt die Vorlesungsreihe in die Struktur der genomischen DNA ein, einschließlich der Histone und des Chromatins. Die Prozesse der DNA-Schädigung und -Reparatur, ebenso wie die DNA-Rekombination (NHEJ und HDR) sowie die homologe Rekombination, werden eingehend behandelt. Ein spezieller Fokus liegt auf der Transkription, wobei auch die RNA-Verarbeitung, einschließlich der Modifikationen von rRNA und tRNA sowie des RNA-Spleißens, angesprochen wird. Die Vorlesung hebt sowohl die Ähnlichkeiten als auch die Unterschiede zwischen der bakteriellen und der eukaryotischen Translation hervor. Zudem wird die fundierte Fachkompetenz in der Translationsregulation und -hemmung thematisiert. Im Rahmen des Seminars vertiefen die Studierenden die Inhalte der Vorlesung durch eigene Präsentationen. Dies fördert nicht nur ihr kritisches Literaturverständnis, sondern auch ihre Fähigkeiten im Präsentieren wissenschaftlicher Arbeiten.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekularbiologie (V): 2 SWS b) Molekularbiologie (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module CHE 008 oder CHE 008 BC (Grundlagen der Biochemie) Empfohlen: Modul CHE 405 BC (Biochemie und Molekularbiologie I)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Zu b) Referat zum Seminar (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch und Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Molekularbiologie (V): 3 LP b) Molekularbiologie (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Zellbiologie II**
Sigle	**BIO-BCMB-14**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. B. Tursun
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über eine fundierte Fachkompetenz in den Bereichen Zellbiologie, Stammzellen sowie Genexpressions-Regulierung und Epigenetik. Sie besitzen umfangreiches Wissen und ein vertieftes Verständnis der Prozesse, die hinsichtlich der Spezifizierung von Zelltypen und deren Umprogrammierung (*Reprogramming*) eine zentrale Rolle spielen. Zudem haben sie Einblicke in die Anwendung von zellbiologischen und molekularbiologischen Techniken wie RNA-Interferenz (RNAi) und CRISPR/Cas9 erhalten.
Inhalt	Während der Vorlesungen werden die Themen der Genexpressions-Regulierung und Epigenetik behandelt sowie Mechanismen der RNA-Interferenz (RNAi) und microRNA (miRNA) vermittelten Regulierung. Im Zusammenhang mit der Umprogrammierung (*Reprogramming*) von Zellen werden genregulatorische und spezielle epigenetische Mechanismen weiter vertieft. Im Praktikum werden in Zellen des Modelorganismus *C. elegans* Gene durch RNAi ausgeschaltet und mit Hilfe von Transkriptionsfaktoren umprogrammiert. Die Umprogrammierungen werden anschließend am Fluoreszenzmikroskop analysiert. Des Weiteren werden Genotypisierung von modifizierten Genen durch CRISPR/Cas9-Editierung und die Analyse genetischer Rekombinationen mittels PCR erlernt und angewandt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Zellbiologie II (V): 2 SWS b) Seminar Zellbiologie II (S): 1 SWS c) Praktikum Zellbiologie II (P): 4 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: Grundlagen in der Zellbiologie Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Zellbiologie II: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: Module CHE 414 (Zellbiologie I) und CHE 405 BC (Biochemie und Molekularbiologie I)
Modulabschluss	**Studienleistung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Zellbiologie II (V): 3 LP b) Seminar Zellbiologie II (S): 1 LP c) Praktikum Zellbiologie II (P): 5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Literatur	Alberts et al., Molekularbiologie der Zelle, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (aktuelle Auflage) Jochen Graw.: Genetik. Springer-Spektrum Verlag, Heidelberg (aktuelle Auflage)

Modultyp	**Pflichtmodul**
Modultitel	**Projektstudie**
Sigle	**CHE 423**
Modulverantwortlich	Dr. P. Ziegelmüller
Qualifikationsziele	Die Studierenden erhalten einen Einstieg in selbständiges wissenschaftliches Arbeiten an einer biochemischen bzw. molekularbiologischen Fragestellung. Sie können wissenschaftliche Fragestellungen darstellen sowie geeignete Experimente konzipieren.
Inhalt	Im Praktikum erfolgt der Erwerb biochemischer und molekularbiologischer Theorie- und Methodenkenntnisse. Das Wissen in ausgewählten grundlegenden und/oder aktuellen Forschungsthematiken wird vertieft, die Dokumentation und Auswertung der Daten, Literaturrecherche sowie die Validierung und Präsentation wissenschaftlicher Fragestellungen steht dabei im Vordergrund.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Projektstudie (P): 6 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Module der ersten 4 Fachsemester und vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** 1. Praktikumsabschluss (benotet, geht zu 2/3 ein) 2. Kolloquium (benotet, geht zu 1/3 ein) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Projektstudie (P): 9 LP
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Literatur	Fachliteratur zum Thema der Projektstudie wird von dem betreuenden Dozenten ausgegeben.

Wahlpflichtmodule

Im Wahlpflichtbereich können folgende Module im Umfang von 12 LP gewählt werden.

Wahlpflichtangebot des Wintersemesters

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Molekularbiologie in Pflanzen – genetische, proteinbiochemische und mikroskopische Analysen**
Sigle	**BBIO-WPW-04**
Modulverantwortlich	Dr. M. Weingartner
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben aktuelle und vertiefte Kenntnisse über moderne pflanzenspezifische, zell- und molekularbiologische Themen (Biochemie der Pflanze, Molekulare Entwicklungs- und Stressphysiologie) erworben. Die Studierenden beherrschen grundlegende molekularbiologische Techniken sowie biochemische, zellbiologische und mikroskopische Methoden zur Untersuchung der molekularen Physiologie pflanzlicher Gewebe und Zellen. Sie sind in der Lage, eigene Forschungsergebnisse korrekt zu protokollieren und zu interpretieren. Außerdem können sie die erhaltenen Daten im Zusammenhang mit aktuellen Forschungsberichten diskutieren und anschaulich präsentieren.
Inhalt	Zum Erlernen grundlegender zellbiologischer, molekularbiologischer und proteinbiochemischer Methoden in der Pflanzenphysiologie wird die Rolle von Hormonen bei pflanzlichen Entwicklungsprozessen und Stressantworten in der Modellpflanze Arabidopsis und in Nutzpflanzen untersucht. Dazu werden mutierte und transgene Linien verwendet, die nicht oder nur eingeschränkt in der Lage sind, auf die Signalwirkung von Hormonen zu reagieren. Es kommen molekularbiologische Techniken zur Quantifizierung von Genexpressionsänderungen (wie RNA Isolierung, cDNA Synthese und real-time RT-PCR; Reportergenanalysen) sowie zellbiologische Methoden mit modernsten mikroskopischen Geräten (z.B. Fluoreszenz-mikroskopie und Konfokale Laserscanning Mikroskopie) zur Anwendung. Die Transformation pflanzlicher Gewebe und der Nachweis eines Transgens werden durchgeführt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Fortgeschrittene Betrachtung und Aktuelle Themen der Molekularen Pflanzenphysiologie (S): 1 SWS b) Molekulare Pflanzenphysiologie (P): 5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Molekulare Pflanzenphysiologie: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: Module zur Pflanzenphysiologie, allgemeinen Genetik und Molekularbiologie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** 1. Referat zum Seminar (benotet, 20%) 2. Praktikumsabschluss (benotet, 10%) 3. Mündliche Prüfung (benotet, 70%) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Fortgeschrittene Betrachtung und Aktuelle Themen der Molekularen Pflanzenphysiologie (S): 1,5 LP

	b) Molekulare Pflanzenphysiologie (P): 7,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des-Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Taiz and Zeiger: Plant Physiology, Sinauer Associates (aktuelle Auflage) Aktuelle Fachliteratur wird gestellt.

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Neurobiologie**
Sigle	**BBIO-WPW-43**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. C. Lohr
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse allgemeiner Konzepte und Fertigkeiten in der Anwendung zellbiologischer Methoden der Neurobiologie.
Inhalt	Elektrophysiologische Untersuchungen von Neuronen und synaptischer Transmission. Anfärben und Visualisierung einzelner Neurone.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Aktuelle Themen der zellulären Neurobiologie (S): 1 SWS b) Neurohistologie (P): 5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Neurohistologie: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** 1. Referat zum Seminar (benotet, 20%) 2. Praktikumsabschluss (benotet, 80%) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Aktuelle Themen der zellulären Neurobiologie (S): 1,5 LP b) Neurohistologie (P): 4,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Aktuelle Fachliteratur wird gestellt.

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Einsatz von Massenspektrometrie in der Molekularbiologie**
Sigle	**BBIO-WPW-72**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. J. Kehr
Qualifikationsziele	Massenspektrometrie ist eine moderne analytische Methode, die in vielen Bereichen der biologischen Forschung zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die Studierenden haben Methoden der massenspektrometrischen Analyse und Datenauswertung erlernt, können diese anwenden und kennen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten massenspektrometrischer Methoden in der Molekularbiologie.
Inhalt	Verschiedene massenspektrometrische Methoden werden erlernt und angewendet. Dabei liegt ein Fokus auf der Untersuchung von Proteinen, welche identifiziert und charakterisiert werden. Das schließt Probenaufbereitung, Proteinauftrennung, proteolytische Spaltung, Messungen durch Massenspektrometrie und Datenauswertung zur Identifikation von Proteinen und Analyse von Modifikationen ein. Experimentbegleitend und abschließend werden alle Herangehensweisen und die erhaltenen Ergebnisse gemeinsam eingehend diskutiert, analysiert und ausgewertet.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Analytische Methoden (S): 1 SWS b) Molekularbiologisch-Analytischer Kurs (P): 4,5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: Module CHE 080 A (Allgemeine und Anorganische Chemie), CHE 408 (Biophysik I), BIO-BCMB-04 (Grundlagen der Biologie und Genetik), CHE 405 BC (Biochemie und Molekularbiologie I) und BIO-BCMB-07 (Mikrobiologie). Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Molekularbiologisch-Analytischer Kurs: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: alle Pflichtmodule des 1. bis 4. Fachsemesters
Modulabschluss	**Studienleistung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Keine **Art der Modulprüfung:** Mündliche Prüfung (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Analytische Methoden (S): 1,5 LP b) Molekularbiologisch-Analytischer Kurs (P): 4,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Hubert Rehm: Der Experimentator: Proteinbiochemie/Proteomics (German Edition). Herbert Budzikiewicz, Mathias Schäfer: Massenspektrometrie: Eine Einführung.

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Molekulare Evolutionsbiologie**
Sigle	**BBIO-WPW-73**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. S. Dobler
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Einblicke in die gezielte Transkriptomanalyse zur Identifizierung ökologischer Anpassungen von Insekten auf molekularem Niveau erhalten, Strategien zur Überprüfung des Anpassungswerts durch Expressionsanalysen und physiologische Assays erlernt. Sie können Gensequenzanalysen zur phylogenetischen Rekonstruktion anwenden.
Inhalt	Einführung in die Theorie von Anpassungsstrategien von Insekten an ihre ökologische Nische, z.B. toxische Stoffe in ihren Wirtspflanzen. In silico Analyse von Gensequenzen, die in diese Anpassungen involviert sind, Experimente zur Expression in Zellkultur und zur funktionellen Charakterisierung von Genen, die z.B. zur Detoxifikation von Pflanzenstoffen dienen, durch Enzymassays, RT-PCR oder andere Methoden.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Molekulare Evolutionsbiologie (S): 1 SWS b) Molekulare Evolutionsbiologie (P): 5 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich für die Teilnahme am Modul: keine Verbindlich für die Teilnahme am Praktikum Molekulare Evolutionsbiologie: vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Studienleistung:** Praktikumsabschluss (unbenotet) **Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine**Art der Modulprüfung:** 1. Referat zum Seminar (20%, benotet) 2. Mündliche Prüfung (80%, benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Molekulare Evolutionsbiologie (S): 1,5 LP b) Molekulare Evolutionsbiologie (P): 4,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	Aktuelle Literatur wird zu Beginn ausgegeben

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie**
Sigle	**Modul CHE 007**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. G. A. Luinstra, Dr. W. Pauer
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 selbständig 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 080 A (Allgemeine und Anorganische Chemie)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Einführung in die Technische Chemie (V): 2 LP b) Einführung in die Makromolekulare Chemie (V): 2 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	B. Tieke; „Makromolekulare Chemie: Eine Einführung“ M. Brahm; „Polymerchemie kompakt“ A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, A. J. Vorholt; „Einführung in die Technische Chemie“ (auch als

	e-book in der Stabi) Grassmann, Widmer, Sinn; „Einführung in die thermische Verfahrenstechnik“

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Anorganische Chemie II**
Sigle	**CHE 010**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Fröba
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 080 A
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Anorganische Chemie II (V): 4,5 LP b) Übungen zur Anorganischen Chemie II (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Theoretische Chemie**
Sigle	**CHE 015**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. C. Herrmann
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 080 A, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 408, CHE 070 A, CHE 070 MA
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Theoretische Chemie (V): 1,5 LP b) Übungen zur Theoretischen Chemie (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Rechtskunde und Toxikologie**
Sigle	**CHE 018**
Modulverantwortlich	Dr. D. Eifler
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: • 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: • 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 080 A und CHE 081 A oder vergleichbare Module
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Rechtskunde für Chemiker (V): 1,5 LP b) Toxikologie für Chemiker (V): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Einführung in die Medizinische Chemie**
Sigle	**CHE 356**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. L. Temme
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Fachbegriffe und Problemstellungen der Medizinischen Chemie. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien, die die Wechselwirkung von Arzneistoffen mit den molekularen Zielstrukturen im menschlichen Organismus bestimmen und beeinflussen und können Beispiele aus diesem Bereich benennen und interpretieren. Die Studierenden kennen verschiedene Techniken, die von medizinischen Chemikern im Rahmen der Wirkstoffentwicklung, insbesondere bei der Leitstrukturfindung und -optimierung, angewendet werden.
Inhalt	Es wird eine kurze Einführung in die Medizinische Chemie gegeben. Dabei werden eingesetzte Arbeitstechniken vorgestellt und an ausgewählten Beispielen werden Grundsätze und Vorgehensweisen erarbeitet. Themen sind: Grundlagen der Arzneistoffwirkung; Angriffsorte für Arzneistoffe; Wechselwirkungen zwischen Wirkstoffen und biologischen Systemen; Agonisten - Antagonisten; Prinzipien der Wirkstoffentwicklung; Beispiele wichtiger Wirkstoffklassen und Zielstrukturen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Einführung in die Medizinische Chemie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Chemie sowie Biochemie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Einführung in die Medizinische Chemie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Pharmazeutische Mikrobiologie**
Sigle	**CHE 444**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. B. Siewert
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen fundierte Kenntnisse über die Physiologie und Genetik pathogener Mikroorganismen insbesondere Bakterien. Sie kennen Pathogenitätsfaktoren und Immunogenität, Methoden mikrobiologischen Arbeitens und der biotechnologischen Gewinnung von Wirkstoffen aus Mikroorganismen sowie die Prinzipien der Hygiene.
Inhalt	Aufbau, Systematik Pathogenität, Vermehrung und Epidemiologie der Bakterien. Infektionsmechanismen. Molekulare Grundlagen der Entstehung und Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen. Methoden mikrobiologischen und biotechnologischen Arbeitens, der Qualitätskontrolle von Arzneimitteln und der Hygiene.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Pharmazeutische Mikrobiologie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Pharmazeutische Mikrobiologie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Synthetische Zellbiologie – Vorlesungsmodul**
Sigle	**CHE 498 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kolbe
Qualifikationsziele	Die Veranstaltung synthetische Zellbiologie richtet sich an Studierende verschiedenster Disziplinen mit Interesse an teamorientierter und selbständiger Bearbeitung eines naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Forschungsprojektes. Dazu wurden im Vorlesungs- und Seminarmodul die notwendigen Grundlagen der synthetischen Biologie erarbeitet und verschiede Forschungsprojekte in kleineren Arbeitsgruppen entwickelt. Das Semester schließt mit einer bewerteten Vorstellung der einzelnen Projektideen sowie der Auswahl eines Projektes für die nachfolgenden praktischen Arbeiten ab.
Inhalt	Die Studierenden bekommen grundlegende Konzepte der synthetischen Zellbiologie vermittelt oder erarbeiten diese selbständig. Die wissenschaftlichen Arbeiten erfolgen in kleineren Gruppen, die unter Betreuung ein Forschungsprojekt definieren und einen Lösungsansatz entwickeln. Diese Arbeit beinhaltet umfassende Literaturrecherche, regelmäßige wissenschaftliche Diskussionen, teamorientiertes Arbeiten und die Vorstellung des Projektstatus in Form von Power-Point-Präsentationen. Die Auswahl der wissenschaftlichen Projekte ist den Gruppen freigestellt. Einzige Vorgabe, ist die Auswahl eines Lösungsansatzes, der wesentliche Elemente aus der synthetischen Biologie nutzt. Es werden in diesem Modul auch Inhalte zur Technologiefolgenabschätzung vermittelt sowie bioethische Aspekte diskutiert.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Synthetische Zellbiologie (V): 1 SWS b) Synthetische Zellbiologie (S): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** aktive Teilnahme am Seminar **Art der Modulprüfung:** Kolloquium (benotet) bestehend aus einem Vortrag in Englisch (40%) mit anschließender Diskussion in Deutsch oder Englisch (60%) **Prüfungssprache:** Deutsch und Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Synthetische Zellbiologie (V): 1,5 LP b) Synthetische Zellbiologie (S): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Wahlpflichtangebot des Sommersemesters

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Einführung in die Psychobiologie**
Sigle	**BBIO-WPW-88**
Modulverantwortlich	Dr. E. Diekhof
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben grundlegenden Einblick in das menschliche Nervensystem, und können dessen Funktionssysteme den Grundlagen von Lernen und Gedächtnis, Aufmerksamkeit, sozialer Kognition und Emotionen zuordnen. Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur funktionellen Anatomie des menschlichen Gehirns und besitzen die Fähigkeit, verhaltensbiologische und hirnbildgebende Befunde aus den kognitiven Neurowissenschaften zu verstehen und einzuordnen. Weiterhin erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Funktionsweise des menschlichen Hormonsystems sowie zum Einfluss von Hormonen auf neuronale Prozesse und Verhalten (z.B. am Beispiel von Motivation, sozialer Kognition und Stress). Die Studierenden erwerben Kenntnisse zum menschlichen Immunsystem, und den Grundlagen der Psychoneuroimmunologie und können die molekularen und zellulären Grundlagen dem angeborenen und adaptiven Immunsystem sowie den entsprechenden Immunreaktionen und lymphatischen Organen zuordnen.
Inhalt	Zellbiologie, Neurobiologie, Neuroanatomie, Verhaltensbiologie des Menschen, molekulare und zelluläre Immunologie, lymphatische Organe, Psychoneuroimmunologie, Mikrobiom, kognitive Neurowissenschaften, Neuroendokrinologie
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einführung in die Psychobiologie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Einführung in die Psychobiologie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Biologie - Campbell, Reece - Pearson, Kapitel 2, 5, 6, 7, 11, 44, 48, 49 Gazzaniga et al. 2002 Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind. 2nd Edition Janeway's Immunobiology, 2022, W W Norton & Co Inc, 10th edition

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Anorganische Chemie I**
Sigle	**Modul CHE 006 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. C. Herrmann, Prof. Dr. L. Vondung
Qualifikationsziele	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 kennengerlernt 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 Symmetrielehre von Molekülen und sind in der Lage Symmetrieoperationen an unbekannten Strukturen abzuleiten und Punktgruppen zu bestimmen. 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.
Inhalt	Vertiefung von Atombau und Periodensystem der Elemente, Einführung in die Symmetrielehre, MO-Theorie, Koordinationsverbindungen: Atombau und Trends im PSE, Symmetrie, Symmetrieoperationen 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
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Anorganische Chemie I (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 001 A (Grundlagen der Allgemeinen Chemie) oder CHE 080 A (Allgemeine und Anorganische Chemie)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Anorganische Chemie I (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Organische Chemie II**
Sigle	**CHE 009**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. C. Stark
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 080 A und CHE 081 A
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Organische Chemie II (V): 4,5 LP b) Übungen zur Organischen Chemie II (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Bruice, Organische Chemie; Vollhardt, Organische Chemie; Clayden, Greeves, Warren, Organischen Chemie

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Makromolekulare Chemie – Vorlesungsmodul**
Sigle	**CHE 022 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. G. Luinstra
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen weiterführende Inhalte der Makromolekularen Chemie und können dieses Wissen bei Fragestellungen zur Synthese und Eigenschaften bzw. der Verarbeitung von Polymeren anwenden.
Inhalt	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 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.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V): 3 SWS b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 007, CHE 081 A, CHE 009, CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 071
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Makromolekulare Chemie (V): 4,5 LP b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	R. J. Young, P. A. Lovell „Introduction to Polymers“

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik**
Sigle	**CHE 070 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Gühr, PD Dr. T. Kipp
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
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Mathematik II**
Sigle	**CHE 070 MA**
Modulverantwortlich	Dr. T. Vossmeyer
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: CHE002 MA
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Mathematik II (V): 3 LP b) Übungen zur Mathematik II (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Physikalische Chemie III: Vertiefung der klassischen Physikalischen Chemie**
Sigle	**CHE 071**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. T. Beck
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: CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 408, CHE 070 A, CHE 070 MA
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie**
Sigle	**CHE 072**
Modulverantwortlich	PD Dr. T. Kipp
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: CHE 002 A, CHE 002 MA, CHE 408, CHE 070 A, CHE 070 MA
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Physikalische Chemie IV: Atom- und Molekülspektroskopie (V): 3 LP b) Übungen zur Physikalischen Chemie IV (Ü): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	4,5 LP
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	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Lebensmittelchemie II**
Sigle	**CHE 202**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Fischer, Prof. Dr. M. Buchweitz
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben grundlegendes Wissen über Sekundärmetabolite und weiterer Minorkomponenten in Lebensmitteln. Anhand der Strukturen können sie physikalisch-chemische Eigenschaften und ihre Wirkungen im physiologischen Kontext erkennen sowie technologische Funktionalitäten ableiten und bewerten.
Inhalt	Überblick zum Vorkommen, der Bedeutung, den Strukturen, Funktionalitäten und Reaktivitäten der Minorkomponenten in Lebensmitteln. 1.) DNA 2.) Farb- und Aromastoffe 3.) Vitamine / Sekundäre Pflanzenstoffe 4.) Mineralstoffe Überblick über die technologische Bedeutung von Lebensmittelzusatzstoffen und Erläuterung ihrer Funktion an ausgewählten Beispielen. Unterscheidung zwischen Rückständen und Kontaminanten sowie grundlegende Kenntnisse zur Herkunft und Risikoabschätzung. Übungen zum chemischen Rechnen auf erhöhtem Niveau.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Lebensmittelchemie II (V): 4 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 080 A, CHE 081 A, CHE 006 A, CHE 009, CHE 201, CHE 209
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Lebensmittelchemie II (V): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	*Analytische Aspekte*: **Lebensmittelanalytik**, Matissek, Fischer, Lehrbuch, Springer Spektrum 7., vollst. überarb. u. akt. Aufl. 2021 *Lebensmittelchemische Aspekte*: **Moderne Lebensmittelchemie**, Fischer, Glomb (Hrsg.), 1. Auflage, Lehrbuch: 769 Seiten, Behr´s Verlag **Lebensmittelchemie**, Matissek, Lehrbuch, 9. Auflage, Springer Spektrum

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Ernährungsphysiologie**
Sigle	**CHE 205 A**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Fischer
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben grundlegendes Wissen zu physiologischen Wirkungen von Lebensmittelinhaltsstoffen. Sie kennen die Prozesse der menschlichen Verdauung und der Resorption von Nährstoffen. Die Studierenden sind in der Lage, die Physiologie des humanen Energiehaushaltes und die Funktionen energieliefernder Nährstoffe zu beschreiben und Auswirkungen für den Ernährungsstatus herzuleiten.
Inhalt	Es werden zunächst Methoden zur Beschreibung des Ernährungszustandes besprochen. Weiterhin wird auf unterschiedliche Ernährungszustände wie Hunger, Sättigung sowie Überernährung eingegangen und die zugrundeliegenden biochemischen Vorgänge beschrieben. Ferner werden die grundlegenden Vorgänge bei der Verdauung (Nahrungsaufnahme bis Ausscheidung: Vom Mund bis zum Dickdarm) besprochen. Außerdem wird auf Stoffwechselentgleisungen (z.B. Metabolisches Syndrom) eingegangen.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Ernährungsphysiologie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 080 A, CHE 081 A, CHE 006, CHE 009
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Ernährungsphysiologie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	**Biochemie der Ernährung,** Rehner, Daniel, Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 3. Aufl. 2010 **Vitamine und Spurenelemente - Bedarf, Mangel, Hypervitaminosen und Nahrungsergänzung,** Dunkelberg, Gebel, Hartwig, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012 **Biochemie und Pathobiochemie,** Heinrich, Müller, Graeve, Koch, Springer Verlag, 10., vollständig überarb. Aufl. 2022

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Grundlagen der klinischen Chemie**
Sigle	**CHE 445**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. B. Siewert
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die Grundlagen der klinischen Biochemie und sind in der Lage, Biomarker in präanalytischen, analytischen und postanalytischen Phasen zu bewerten. Sie wenden diagnostische Methoden an, interpretieren Laborwerte pathobiochemisch und sichern die Qualität in der Labormedizin.
Inhalt	Definitionen (Biomarker, präanalytische, analytische und postanalytische Phase), Proteine (Diagnostik & Pathobiochemie) – Plasmaproteine, Proteine im Urin, Tumormarker; Enzyme (Methodik, Erkrankungen – Blutzellen, Leber, Knochen, GI, ZNS); Stoffwechselprodukte (Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren, Pathobiochemie, MoBi); Anorganische Stoffe (Elektrolyte, Spurenelemente, Säure-Base, Blutgas); Immun & Hormonsystem (spezielle Methodik, Hormone); Körperfremde Substanzen (Vergiftungen, Drogen); Blut, Blutgerinnung Fibrinolyse; Qualitätssicherung, SOP
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Grundlagen der klinischen Chemie (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Grundlagen der klinischen Chemie (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Systematik pathogener und arzneistoffproduzierender Organismen**
Sigle	**CHE 446**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. B. Siewert
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlangen Kenntnis pathogener und arzneistoffproduzierender Organismen, insbesondere Pilze, Viren, Parasiten und Pflanzen und erarbeiten die Grundlagen der Systematik und Physiologie dieser Organismen.
Inhalt	Pilze: Systematik, pathogene Potenziale und arzneistoffproduzierende Eigenschaften werden systematisch erarbeitet und physiologisch charakterisiert. Parasiten: Systematik, Pathogenität und physiologische Merkmale werden analysiert. Viren: Systematik, Pathogenese-Mechanismen und physiologische Prozesse werden diskutiert. Pflanzen: Als arzneistoffproduzierende Organismen werden relevante physiologische Prozesse beleuchtet und die Systematik eingeführt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Systematische Einteilung und Physiologie der pathogenen und arzneistoffproduzierenden Organismen I (V): 1 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Systematische Einteilung und Physiologie der pathogenen und arzneistoffproduzierenden Organismen I (V): 1,5 LP
Gesamtaufwand des Moduls	1,5 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul B**
Sigle	**CHE 498 B**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kolbe
Qualifikationsziele	Diese Veranstaltung knüpft an die Vorlesung und das Seminar in synthetischer Zellbiologie aus dem vorangegangenen Semester an. Studierende verschiedenster Disziplinen mit Interesse an teamorientierter und selbständiger Bearbeitung eines naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Forschungsprojektes entwickeln das vorher definierte Forschungsprojekt möglichst selbständig weiter. Den Studierenden wird Raum für Kreativität und Verantwortung eingeräumt, um ein eigenes Projekt konzeptionell zu erarbeiten und selbstständig durchzuführen. Das Semester schließt mit der Vorstellung und Bewertung der Projektarbeit durch ein unabhängiges Gremium anlässlich des iGEM Grand Jamboree ab. Im integrierten Seminar hält jede/r Studierende einen Vortrag, der die Fähigkeiten zum kritischen Literaturlesen und zum Präsentieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.
Inhalt	Im Rahmen dieser Veranstaltung arbeiten die Studierenden als Team an der Umsetzung eines selbstgewählten Forschungsprojektes. Das Team plant und setzt Experimente im Labor um, wertet Ergebnisse aus, akquiriert Drittmittel, präsentiert die Gruppenaktivitäten in den sozialen Medien, organisiert Teambesprechungen und Retreats usw. Darüber erfolgt eine vorausgehende Bewertung der eigenen Projektarbeit mit Blick auf die Biosicherheit und mögliche dual-use-Aspekte statt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 498 A, vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Praktikumsabschluss (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul C**
Sigle	**CHE 498 C**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kolbe
Qualifikationsziele	Diese Veranstaltung knüpft an die Vorlesung und das Seminar in synthetischer Zellbiologie aus dem vorangegangenen Semester an. Studierende verschiedenster Disziplinen mit Interesse an teamorientierter und selbständiger Bearbeitung eines naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Forschungsprojektes entwickeln das vorher definierte Forschungsprojekt möglichst selbständig weiter. Den Studierenden wird Raum für Kreativität und Verantwortung eingeräumt, um ein eigenes Projekt konzeptionell zu erarbeiten und selbstständig durchzuführen. Das Semester schließt mit der Vorstellung und Bewertung der Projektarbeit durch ein unabhängiges Gremium anlässlich des iGEM Grand Jamboree ab. Im integrierten Seminar hält jede/r Studierende einen Vortrag, der die Fähigkeiten zum kritischen Literaturlesen und zum Präsentieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.
Inhalt	Im Rahmen dieser Veranstaltung arbeiten die Studierenden als Team an der Umsetzung eines selbstgewählten Forschungsprojektes. Das Team plant und setzt Experimente im Labor um, wertet Ergebnisse aus, akquiriert Drittmittel, präsentiert die Gruppenaktivitäten in den sozialen Medien, organisiert Teambesprechungen und Retreats usw. Darüber erfolgt eine vorausgehende Bewertung der eigenen Projektarbeit mit Blick auf die Biosicherheit und mögliche dual-use-Aspekte statt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 4 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 498 A, vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Praktikumsabschluss (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**Synthetische Zellbiologie – Praktikumsmodul D**
Sigle	**CHE 498 D**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kolbe
Qualifikationsziele	Diese Veranstaltung knüpft an die Vorlesung und das Seminar in synthetischer Zellbiologie aus dem vorangegangenen Semester an. Studierende verschiedenster Disziplinen mit Interesse an teamorientierter und selbständiger Bearbeitung eines naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Forschungsprojektes entwickeln das vorher definierte Forschungsprojekt möglichst selbständig weiter. Den Studierenden wird Raum für Kreativität und Verantwortung eingeräumt, um ein eigenes Projekt konzeptionell zu erarbeiten und selbstständig durchzuführen. Das Semester schließt mit der Vorstellung und Bewertung der Projektarbeit durch ein unabhängiges Gremium anlässlich des iGEM Grand Jamboree ab. Im integrierten Seminar hält jede/r Studierende einen Vortrag, der die Fähigkeiten zum kritischen Literaturlesen und zum Präsentieren wissenschaftlicher Publikationen verbessern soll.
Inhalt	Im Rahmen dieser Veranstaltung arbeiten die Studierenden als Team an der Umsetzung eines selbstgewählten Forschungsprojektes. Das Team plant und setzt Experimente im Labor um, wertet Ergebnisse aus, akquiriert Drittmittel, präsentiert die Gruppenaktivitäten in den sozialen Medien, organisiert Teambesprechungen und Retreats usw. Darüber erfolgt eine vorausgehende Bewertung der eigenen Projektarbeit mit Blick auf die Biosicherheit und mögliche dual-use-Aspekte statt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 6 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 498 A, vollständig erbrachte Sicherheitsunterweisung Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Praktikumsabschluss (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i. d. R. Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Synthetische Zellbiologie - Praktikum mit integriertem Seminar (P/S): 9 LP
Gesamtaufwand des Moduls	9 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlpflichtmodul**
Modultitel	**High Throughput-Experimente – eine Einführung in die experimentellen Techniken zur Generierung von Omics-Daten**
Sigle	**MBI-HTE**
Modulverantwortlich	
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über ein solides Verständnis der experimentellen Techniken und praktischen Aspekte für die Generierung von Omics-Daten. Dieses Wissen ist komplementär zum methodischen Wissen, das in den Grundlagenmodulen und fortgeschrittenen Modulen der Bioinformatik vermittelt wurde. Durch die Kombination der Kenntnisse aus diesem Modul und dem methodischen Wissen der Bioinformatik sind die Studierenden noch besser in der Lage, maßgeschneiderte bioinformatische Lösungen für die Analyse von High Throughput-Datensätzen zu entwickeln.
Inhalt	Dieses Modul dient als umfassende Einführung in die experimentellen Technologien, die zur Generierung von High Throughput-Daten dienen. Das Modul vermittelt den Studierenden grundlegende technische Kenntnisse, die komplementär zum methodischen Wissen sind, dass in den Grundlagenmodulen und fortgeschrittenen Modulen der Bioinformatik vermittelt wird. Inhalte des Moduls sind insbesondere: Einführung in High Throughput-Technologien, Genomik, Epigenomik, Transkriptomik, Einzelzell-Sequenziertechnologien, 3C-basierte Technologien, Proteomik, Metabolomik, Multi-omic Integration, ethische und regulatorische Aspekte.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Vorlesung High Throughput-Experimente - eine Einführung in die experimentellen Techniken zur Generierung von Omics-Daten (V): 2 SWS b) Seminar High Throughput-Experimente - eine Einführung in die experimentellen Techniken zur Generierung von Omics-Daten (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Englisch (mit englischsprachigem Lehrmaterial)
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** aktive Teilnahme am Seminar **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet), abweichend mündliche Prüfung (benotet). Die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. **Prüfungssprache:** Englisch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	a) Vorlesung High Throughput-Experimente - eine Einführung in die experimentellen Techniken zur Generierung von Omics-Daten (V): 3 LP b) Seminar High Throughput-Experimente - eine Einführung in die experimentellen Techniken zur Generierung von Omics-Daten (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Wahlmodule

An dieser Stelle sind nur Wahlmodule aufgeführt, die speziell für den Bachelorstudiengang Biochemie und Molekularbiologie angeboten werden. Weitere Module finden sich unter:
https://www.chemie.uni-hamburg.de/studium/mls_bsc/studierende_/wahlmodule_bsc_ws.pdf
https://www.chemie.uni-hamburg.de/studium/mls_bsc/studierende_/wahlmodule_bsc_sose.pdf

Wahlmodule des Wintersemesters

Folgende Module des Wahlpflichtbereichs können auch als Wahlmodule genutzt werden:

CHE 018	Rechtskunde und Toxikologie
CHE 356	Einführung in die Medizinische Chemie
CHE 498 A	Synthetische Zellbiologie - Vorlesungsmodul

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**BWL für Chemiker und Chemikerinnen: F&E Management und F&E Controlling**
Sigle	**CHE 092 B**
Modulverantwortlich	B. Winkler
Qualifikationsziele	Die Studierenden • wissen um den Einsatz von ausgewählten Entscheidungsinstrumenten, • kennen den Handlungsrahmen des strategischen F&E-Managements, • lernen die betriebswirtschaftlichen Grundstrukturen eines F&E-Projektes kennen, • wissen um die Bedeutung von Kennzahlen und deren Steuerungsrelevanz für das F&E-Management.
Inhalt	• Bedeutung von Entscheidungen für das Management • Entscheidungsinstrumente des Managements • Strategisches F&E-Management • F&E-Projektmanagementanforderungen • F&E-Kennzahlensystematik
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	F&E Management und F&E Controlling (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	F&E Management und F&E Controlling (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Literatur	

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**Software-Einsatz in der Chemie**
Sigle	**CHE 093 B**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. V. Vill
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der wichtigsten Softwareprogramme in der Chemie zur Dokumentation, Berechnung, Verwaltung und Darstellung.
Inhalt	Arbeiten mit Word, Excel, Powerpoint, Origin, SciFinder, LaTeX, Chemiezeichenprogrammen, Bildbearbeitungsprogrammen, Programmieren mit Visual Basic, Netzwerk-Protokolle und Sicherheit im Internet
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Software-Einsatz in der Chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Mündliche Prüfung (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Software-Einsatz in der Chemie (Ü): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Winter- und Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**Warenkunde II**
Sigle	**CHE 250 B**
Modulverantwortlich	C. Möller
Qualifikationsziele	Mit Hilfe der erworbenen grundlegenden Kenntnisse der Warenkunde von Bedarfsgegenständen und Kosmetika anhand ausgewählter Produktgruppen sind die Studierenden in der Lage, entsprechende Produkte sowohl als Ganzes in ihren Eigenschaften und Anwendungen als auch im Detail hinsichtlich ihrer Komponenten unter Berücksichtigung hersteller- und verbraucherrelevanter Aspekte zu bewerten. Mit dem Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Bestandteilen, ihren Funktionen und Wirkungen können sie charakteristische Produkteigenschaften und Merkmale der Produktqualität erkennen und beschreiben. Damit ist es den Studierenden möglich, diese Mechanismen auf nahezu alle Produktgruppen zu übertragen und so ein differenziertes Bild des realen Marktangebotes zu entwickeln und weiterzugeben.
Inhalt	Betrachtung ausgewählter Bedarfsgegenstände und kosmetischer Mittel unter warenkundlichen Gesichtspunkten (Marktsortiment, qualitätsbestimmende Charakteristika, Herstellungsprozesse)
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Warenkunde II (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen in die Chemie, insbesondere Organische Chemie
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Warenkunde II (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**Entwicklung biochemischer Lernumgebungen I**
Sigle	**CHE 435**
Modulverantwortlich	Dr. P. Ziegelmüller
Qualifikationsziele	Die Studierenden können selbständig biochemische Fragestellungen entwickeln und Lernziele formulieren und diese in einer interaktiven Lernumgebung abbilden.
Inhalt	Mit dem H5P-Editor Lumi werden interaktive Lernumgebungen erstellt, die das erlernen biochemischer Inhalte unterstützen sollen. In Lumi stehen als Inhaltstypen u.a. zur Verfügung: • Absätze sortieren (Sort the Paragraphs) • Antworten eingeben (Flashcards) • Aufgabenfolge (Question Set / Quiz) • Aufklappbarer Text (Accordion) • Bildpaare zuordnen (Image Pairing) • Buchstabensalat (Find the words) • Karteikarten (Dialog Cards) • Kreuzworträtsel (Crossword) • Memory-Spiel (Memory Game) • Rechenquiz (Arithmetic Quiz) • Verzweigende Aufgabe (Branching Scenario) • Interaktives Buch • Weihnachtskalender Inhaltlich werden die Themen der Vorlesung Biochemischen Analytik behandelt. Alle erstellten Lernumgebungen werden auf OpenOLAT anderen Studierenden zur Verfügung gestellt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Entwicklung biochemischer Lernumgebungen I (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 410 Biochemische Analytik oder CHE 021 Biochemie Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Projektabschluss (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Entwicklung biochemischer Lernumgebungen I (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Modultitel	**Dermatologie I**
Sigle	**CHE 659**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kerscher
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, • grundlegende Aspekte der Gesundheitsförderung und Prävention in Bezug auf das Hautorgan zu beschreiben. • berufsbezogene epidemiologische Zivilisationskrankheiten zu benennen und ihre wichtigsten Merkmale darzustellen. • relevante, berufsbezogene Mikroben zu benennen und ihre Auswirkungen auf die Haut zu beschreiben. • pathologische Hautveränderungen nach Lokalisation und Leitsymptomen zu unterscheiden. • wesentliche Hautbehandlungsverfahren auf biochemischer Ebene zu beschreiben. • dermatokosmetische Präparate im Kontext zwischen gesetzlichen Bestimmungen, Werbeaussage und kosmetikchemischer Realisierbarkeit hinsichtlich Wirksamkeit und Sicherheit orientierend zu bewerten.
Inhalt	Anatomie, Physiologie und Pathologie der Haut; Effloreszenzenlehre; Grundzüge der dermatologischen Diagnostik nach Leitsymptomen und Lokalisation / Dermatose; Relevanz physikalischer und chemischer Einflüsse auf die Haut; Beurteilung von Studiendesigns zur Evaluation dermatokosmetischer Wirkstoffe und ästhetischer Behandlungsverfahren; mikrobiologische Grundlagen; elektromagnetische Strahlung und ihre Auswirkung auf die Haut; mechanische und physikalische Hautbehandlungsverfahren; Risiken und Nebenwirkungen, Indikationen, Kontraindikationen, wichtige ästhetische Therapieverfahren
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Dermatologie I (V): 4 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Dermatologie I (V): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester
Literatur	

Wahlmodule des Sommersemesters

Folgende Module des Wahlpflichtbereichs können auch als Wahlmodule genutzt werden:
CHE 205 A Ernährungsphysiologie

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**BWL für Chemiker und Chemikerinnen: Grundlagen**
Sigle	**CHE 092 A**
Modulverantwortlich	B. Winkler
Qualifikationsziele	Die Studierenden • erhalten einen Überblick über die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, • lernen die Funktionsweise eines Jahresabschlusses kennen, • können einige zentrale Informationen aus dem Jahresabschluss eines Industriebetriebes gewinnen.
Inhalt	• Hauptfunktionen des Industrieunternehmens u. betriebswirtschaftliche Grundlagen • Jahresabschluss/Investor-Relation-Analyse für ein Chemieunternehmen • Controlling in der chemischen Industrie • Übersicht über Entwicklung und Aktualität verschiedener Management-Strategien Rechtsformen der Unternehmung
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Grundlagen der modernen Betriebswirtschaftslehre für Chemiker und Chemikerinnen (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Grundlagen der modernen Betriebswirtschaftslehre für Chemiker und Chemikerinnen (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**Software-Einsatz in der Chemie**
Sigle	**CHE 093 B**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. V. Vill
Qualifikationsziele	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der wichtigsten Softwareprogramme in der Chemie zur Dokumentation, Berechnung, Verwaltung und Darstellung.
Inhalt	Arbeiten mit Word, Excel, Powerpoint, Origin, SciFinder, LaTeX, Chemiezeichenprogrammen, Bildbearbeitungsprogrammen, Programmieren mit Visual Basic, Netzwerk-Protokolle und Sicherheit im Internet
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Software-Einsatz in der Chemie (Ü): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Übungsabschluss (unbenotet) **Art der Modulprüfung:** Mündliche Prüfung (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Software-Einsatz in der Chemie (Ü): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Winter- und Sommersemester
Literatur	

Modultyp	**Wahlmodul**
Modultitel	**Warenkunde I**
Sigle	**CHE 250 A**
Modulverantwortlich	C. Möller
Qualifikationsziele	Mit Hilfe der erworbenen warenkundlichen Kenntnisse sind die Studierenden in der Lage, Lebensmittel unter Berücksichtigung hersteller- und verbraucherrelevanter Aspekte zu bewerten. Das Verständnis für die Zusammenhänge zwischen wertgebenden Bestandteilen und charakteristischen Produkteigenschaften auch im Hinblick auf physiologische Gesichtspunkte befähigt die Studierenden, die Qualität von Lebensmitteln zu erkennen und zu beschreiben. Damit ist es den Studierenden möglich, ein differenziertes Bild des realen Marktangebotes zu entwickeln und weiterzugeben.
Inhalt	• Beziehung zwischen Lebensmittelinhaltsstoffen und Produkteigenschaften • Veränderungen durch Verarbeitungsprozesse • Qualitätsaspekte tierischer und pflanzlicher Lebensmittel
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Warenkunde I (V): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul CHE 082 B (Grundl. der Chemie und kl. chemisches Praktikum)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Warenkunde I (V): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultitel	**Entwicklung biochemischer Lernumgebungen II**
Sigle	**CHE 436**
Modulverantwortlich	Dr. P. Ziegelmüller
Qualifikationsziele	Die Studierenden können selbständig biochemische Fragestellungen und Lernziele formulieren. Sie können geeignete Lernumgebungen auswählen und wenden diese an konkreten Projekten an.
Inhalt	Mit dem H5P-Editor Lumi werden interaktive Lernumgebungen erstellt, die das erlernen biochemischer Inhalte unterstützen sollen. In Lumi stehen als Inhaltstypen u.a. zur Verfügung: • Absätze sortieren (Sort the Paragraphs) • Antworten eingeben (Flashcards) • Aufgabenfolge (Question Set / Quiz) • Aufklappbarer Text (Accordion) • Bildpaare zuordnen (Image Pairing) • Buchstabensalat (Find the words) • Karteikarten (Dialog Cards) • Kreuzworträtsel (Crossword) • Memory-Spiel (Memory Game) • Rechenquiz (Arithmetic Quiz) • Verzweigende Aufgabe (Branching Scenario) • Interaktives Buch • Weihnachtskalender Inhaltlich werden die Themen der Vorlesung Biochemischen Analytik sowie anderen Vorlesungen aus dem Molecular Life Sciences Studiengang behandelt. Alle erstellten Lernumgebungen werden auf OpenOLAT anderen Studierenden zur Verfügung gestellt.
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Entwicklung biochemischer Lernumgebungen II (S): 2 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: CHE 410 Biochemische Analytik oder CHE 021 Biochemie Empfohlen: keine
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Projektabschluss (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Entwicklung biochemischer Lernumgebungen II (S): 3 LP
Gesamtaufwand des Moduls	3 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	

Modultitel	**Dermatologie II**
Sigle	**CHE 661**
Modulverantwortlich	Prof. Dr. M. Kerscher, Dr. T. Reuther
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, • grundlegende Aspekte zum Gesundheitsverhalten in Beruf und Alltag, auch im Hinblick auf umweltmedizinische Aspekte, zu beschreiben. • pathologische Hautveränderungen im Bereich des Kopfes und der Hände nach Lokalisation und Leitsymptomen einzuschätzen. • physiologische und pathologische Veränderungen des Haar- und Nagelorgans zu beurteilen. • kongenitale und erworbene Anomalien des Haares/-schaftes und des Nagelorgans zu klassifizieren. • rechtliche Grundlagen zur Anerkennung einer Berufskrankheit im Tätigkeitsfeld Kosmetik und Körperpflege darzustellen. • epidermale und kontaktallergische Intoleranzreaktionen im Bereich des Kopfes und der Hände zu identifizieren und zu unterscheiden. • Die Bedeutung von Mikroorganismen bei der Entstehung von berufsbezogenen Normvarianten und Erkrankungen einzuschätzen. • Übertragungsmechanismen von Infektionserregern im Bereich des Capillitiums und der Palmae/Plantae (inkl. des Nagelorgans) zu beschreiben.
Inhalt	Anatomie, Physiologie und Pathologie des Haares und des Nagelorgans; Haarschaftanomalien; Hyper- und Hypotrichosen; Alopezien; Nagelanomalien (kongenital und erworben); Infektionen im Nagelbereich; Klassifikation allergologischer Reaktionen; allergologische Diagnostik nach Leitsymptomen / Lokalisation; Leitsymptome ausgewählter Intoleranzreaktionen; beruflich bedingte Erkrankungen im Tätigkeitsfeld Kosmetik und Körperpflege; Gesetzgebung; Übertragungsmechanismen von Infektionserregern; Viren, Pilze, Bakterien und Parasiten als Krankheitserreger
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Dermatologie II (V): 4 SWS
Unterrichtssprache	Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 659 Dermatologie I
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** keine **Art der Modulprüfung:** Klausur (benotet) **Prüfungssprache:** Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Dermatologie II (V): 6 LP
Gesamtaufwand des Moduls	6 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester

Bachelorarbeit

Modultyp	**Abschlussmodul**
Modultitel	**Bachelorarbeit**
Sigle	**CHE 427**
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen zunehmend die Fähigkeit, wissenschaftliche Fragestellungen im Bereich der Biochemie und Molekularbiologie eigenständig zu bearbeiten und darzustellen sowie Experimente zu konzipieren. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Kenntnis der Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis, Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung einer Abschlussarbeit unter der Verwendung biochemiespezifischer Software, mündliche Präsentation der Arbeit, Literaturrecherche) mit biochemischen / molekularbiologischen Inhalten. Die Studierenden kennen die wichtigen Veröffentlichungen und Theorien ihres Arbeitsgebietes.
Inhalt	In der Bachelorarbeit erfolgt eine vertiefte Bearbeitung eines aktuellen oder grundlegenden biochemischen bzw. molekularbiologischen Themas in der Arbeitsgruppe eines Hochschullehrers oder einer Hochschullehrerin mit Versuchsdesign und Aufstellung eines Arbeitsplans. Dazu gehört das Erlernen der fachspezifischen Methodik, Literaturrecherche, Dokumentation und Auswertung der Daten, Bewertung der Ergebnisse, kritische Diskussion im Vergleich zu wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen. Die schriftliche Anfertigung der Bachelorarbeit erfolgt im Einklang mit den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis.
Lehrformen	Keine
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer die Pflichtmodule der ersten 4 Fachsemester erfolgreich absolviert, d.h. die zugehörigen 120 Leistungspunkte erworben, hat. Empfohlen: Modul CHE 423 (Projektstudie)
Modulabschluss	**Voraussetzungen zur Modulprüfung:** Siehe Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul **Art der Modulprüfung:** 1. Bachelorarbeit (Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung und schriftliche Ausarbeitung, benotet, 5/6) 2. Kolloquium, (benotet, 1/6) **Prüfungssprache:** Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Arbeitsaufwand (Teilleistungen)	Bachelorarbeit + Kolloquium: 12 LP
Gesamtaufwand des Moduls	12 LP
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester