

**Modulhandbuch**  
**für den Bachelorstudiengang**  
**Biochemie**  
**an der**  
**Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald**

**Abkürzungen**

V: Vorlesung

S: Seminar

Ü: Übung

P: Praktikum

LP: Leistungspunkte nach ECTS

SWS: Semesterwochenstunden.

<b>Basismodul „Mathematik“ (B1)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender des Instituts für Mathematik und Informatik		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten des Instituts für Mathematik und Informatik		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kenntnis grundlegender algebraischer Strukturen</li> <li>▪ Kenntnis grundlegender analytischer Strukturen</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zahlen, elementare Kombinatorik, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Vektoren, lineare Operatoren, Eigenwerte, Orthogonalität</li> <li>▪ Folgen und Reihen, Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, partielle Ableitungen, Interpolation und Approximation, Taylorreihen, Extremwerte, Integralrechnung, numerische Integration, einfache Differentialgleichungen</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mathematik I</li> <li>▪ Mathematik I</li> <li>▪ Mathematik II</li> <li>▪ Mathematik II</li> </ul>	V Ü V Ü	2 SWS 2 SWS 2 SWS 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	300 h; 10 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	1. und 2. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Abitur		
<b>Empfohlene Literatur</b>	H.G.Zachmann: Mathematik für Chemiker		
<b>Ergänzungsliteratur</b>	A.Kemnitz: Mathematik zum Studienbeginn E.Bold: Mathematik in der Biologie		

<b>Basismodul „Physik“ (B2)</b>	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Physik
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Experimentalphysik
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorlesung: Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Mechanik, der Wärmelehre, der klassischen Elektrizitätslehre, der geometrischen Optik, der Wellenphysik/Wellenoptik, der Quantenphysik und der Kernphysik und sind in der Lage, die dazu gehörenden Aufgaben selbständig zu lösen.</li> <li>▪ Praktikum: Die Studierenden besitzen nach Durchlauf der einzelnen Versuche ein vertieftes Verständnis der in der Vorlesung zur Experimentalphysik vermittelten Zusammenhänge und kennen grundlegende Experimentiertechniken, Methoden der Datenanalyse und Regeln der Protokollführung, haben es gelernt, in kleinen Gruppen zu arbeiten und die Experimente kritisch zu bewerten.</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mechanik: Physikalische Größen/Grundgrößen und Gleichungen, Kinematik des Massepunktes, Dynamik des Massepunktes - Kräfte, Inertialsysteme und beschleunigte Bezugssysteme, Arbeit, Leistung, Energie, Energieerhaltungssatz, Mechanische Schwingungen, Impuls und Drehimpuls, Drehbewegung starrer Körper, Elastische Eigenschaften fester Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik</li> <li>▪ Wärmelehre: Physikalische Größen der Wärmelehre, Thermische Ausdehnung und Temperaturskala, Wärme, Wärmetransport, Ideale und reale Gase, Hauptsätze der Wärmelehre, Kreisprozesse, Aggregatzustände und Phasenumwandlungen, Kinetische Wärmetheorie (Boltzmann-Theorem, mikroskopische Analyse des Gasdrucks, Boltzmann'scher Gleichverteilungssatz)</li> <li>▪ Elektrizitätslehre: Eigenschaften elektrischer Ladungen und elektrostatischer Felder, Coulomb'sches Gesetz, Influenz, Feld der elektrischen Verschiebung, Kondensator, Nichtleiter im elektrischen Feld, Energie und Kraftwirkungen elektrischer Felder, Stationärer Strom, Leitfähigkeit, Eigenschaften des Magnetfeldes stationärer Ströme, Magnetischer Fluss, Lorentzkraft, Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel, Magnetfelder in Materie, Energie und Kraftwirkungen magnetischer Felder, Wechselstrom und elektrische Schwingungen, Maxwell-Gleichungen</li> <li>▪ Wellenoptik und geometrische Optik: allgemeine Wellenlehre (Wellengleichung, ebene harmonische Welle, Welleneigenschaften), Interferenzen von Wellen, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Optische Interferenzen, Beugung von Licht, Anisotropie und Polarisation, Ausbreitung des Lichtes, Satz von Fermat, Abbildung durch Reflexion und Brechung, Optische Instrumente</li> <li>▪ Atomphysik: Dualismus Welle-Teilchen Dualismus, Atomaufbau, Bohr'sches Atommodell, Wasserstoffatom,</li> </ul>

	Spektren <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kernphysik: Kernaufbau, Nukleonen, Stabile und Instabile Kerne, Radioaktiver Zerfall, Zerfallsgesetz, Umwandlungsarten, <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimentalphysik I</li> <li>▪ Experimentalphysik II</li> <li>▪ Physikalisches Praktikum</li> </ul>	V	2 SWS
		V	2 SWS
		Ü	3 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	270 h; 9 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 90 min, Protokoll mit Abtestat		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	1. und 2. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Abitur		
<b>Empfohlene Literatur</b>	H.A. Stuart, G. Klages, Kurzes Lehrbuch der Physik, Springer-Verlag D. Pelte, Physik für Biologen, Springer-Lehrbuch W. Hellenthal, Physik, Thieme-Verlag Ulrich Haas, Physik für Pharmazeuten und Mediziner, Wiss. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart		
<b>Ergänzungsliteratur</b>	Paul A. Tipler, Physik, Spektrum Verlag Wilhelm Walcher, Praktikum der Physik, Teubner D. Geschke, Physikalisches Praktikum, Teubner Verlag		

<b>Basismodul „Allgemeine Biologie“ (B3)</b>	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biologie
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biologie
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der Anatomie und Morphologie höherer Pflanzen</li> <li>▪ Verständnis des Zusammenhangs von Struktur und Funktion pflanzlicher Gewebe</li> <li>▪ Grundlegende Kenntnisse der Organisation von Tieren (incl. „Protozoen“): Euzyte, „Protozoen“-Organisation/Diversität, Grundgewebe der Metazoa</li> <li>▪ Grundlegende Schritte in der Evolution tierischer Organismen</li> <li>▪ Fortpflanzungstypen</li> <li>▪ Grundlagen der tierischen Entwicklung (Ontogenie)</li> <li>▪ Grundphänomene der Tiere: Bewegung (evtl. Ernährungsstrategien)</li> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen über Zell- und Gewebetypen tierischer Organismen</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Teilmodul Allgemeine Botanik Vorlesung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cytologie der pflanzlichen Zelle</li> <li>▪ Aufbau der grundlegenden Gewebe einer Pflanze</li> <li>▪ Morphologie der Pflanzen</li> <li>▪ Lebenszyklus und Vermehrung bei Pflanzen</li> </ul> <p><b>Teilmodul Allgemeine Zoologie Vorlesung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hauptreiche des Lebens; Endosymbionten-Theorie; Kriterien des Lebens</li> <li>▪ Natürliches System - phylogenetisches System; Bau der Euzyte</li> <li>▪ Fortpflanzung; Mitose, Meiose; primärer Generationswechsel/Kernphasenwechsel; Entwicklung der Sexualität: Hologamie-Merogamie</li> <li>▪ Vielfalt des Einzeller-Niveaus: Protozoenzelle</li> <li>▪ Protozoengruppen; Parasitismus: Wirte, Wirtswechsel</li> <li>▪ Entstehung der Vielzeller; Gastraea-Theorie; biogenetisches Grundgesetz; Primitiventwicklung; primäre Keimblätter; diploblastische Organisation; somatische Zellen - generative Zellen - Keimbahn; sekundärer Generationswechsel: Metagenese – Heterogonie</li> <li>▪ Entstehung der triploblastischen Organisation; 3. Keimblatt: Mesoderm; z.B. Enterocoelie; 3 Hauptorganisationstypen der Bilateria: parenchymatöse/acoelomate; pseudocoelomate, coelomate Organisation; "Archicoelomata"; Protostomie – Deuterostomie</li> <li>▪ Grundgewebe I: Epithelgewebe</li> <li>▪ Grundgewebe II: Nervengewebe</li> <li>▪ Grundgewebe III: Muskelgewebe</li> <li>▪ Grundgewebe IV: Bindegewebe</li> <li>▪ Skelett-Bewegungssysteme</li> <li>▪ evtl. Ernährungstypen</li> </ul>

	<b>Teilmodul Cytologie Vorlesung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundaufbau von Zellen; Prozyte, Euzyte</li> <li>▪ Plasmamembran (Lipide, Sterine, Transportproteine, Rezeptoren)</li> <li>▪ Zusammensetzung des Cytoplasmas</li> <li>▪ Zellkern (Kernhülle, Kernporen, Transkription, Kerntransport)</li> <li>▪ Endoplasmatisches Retikulum, Ribosomen (Translation, posttranslationale Prozessierung von Proteinen, Synthesen, Vesikelbildung)</li> <li>▪ Golgi-Apparat (Protein-Trafficking, Proteinsortierung, Endo- und Exocytose)</li> <li>▪ Lysosomen (intrazelluläre Verdauung)</li> <li>▪ Mitochondrien, Peroxisomen (Energiestoffwechsel von Zellen, Redox-Zustand, Reaktive Sauerstoffspezies)</li> <li>▪ Zytoskelett und extrazelluläre Matrix (Actin, Tubulin, Zellformänderungen, Zell- und Organellbewegung, Zelladhäsion, Gewebe)</li> <li>▪ Zellwachstum (Hypertrophie), Zelldifferenzierung und Zellteilung (Hyperplasie)</li> <li>▪ Mitose, Meiose</li> <li>▪ Zelldifferenzierung</li> <li>▪ Zelltypen, Eigenschaften, Markermoleküle</li> <li>▪ Leistungen ausgewählter Zellsysteme (Gameten, Immunzellen)</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgemeine Botanik</li> <li>▪ Allgemeine Zoologie</li> <li>▪ Cytologie</li> </ul>	V	2 SWS
		V	2 SWS
		V	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	180 h; 6 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausuren zu den 3 Teilmodulen mit jeweils 90min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	1. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Abitur		
<b>Empfohlene Literatur</b>	Lüttge, U., Kluge, M., Bauer, G. (2002): Botanik; 4. verbesserte Auflage; Wiley VCH. Kompaktes Lehrbuch Hess, D. (2004): Allgemeine Botanik; UTB Ulmer; Stuttgart. Storch, V. u. Welsch, U.: Kurzes Lehrbuch der Zoologie H. Kleinig, U. Maier: Zellbiologie. 4. Aufl., G. Fischer Verlag, 1999		

<b>Basismodul „Allgemeine und Anorganische Chemie“ (B4)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erwerb grundlegenden Wissens zu Aufbau der Stoffe und allgemein chemischen Gesetzmäßigkeiten</li> <li>▪ Erwerb grundlegenden Wissens zu chemischen Eigenschaften, Bildungsweisen und Reaktionen anorganischer Stoffe nichtmetallischer und metallischer Elemente</li> <li>▪ Experimentelle Basiserfahrungen in der Durchführung einfacher anorganisch chemischer Reaktionen und der logischen Nutzung unterschiedlicher Reaktivität zur Trennung und Identifizierung einfacher anorganischer Stoffe.</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Charakteristika chemischer Elemente und Verbindungen, Periodensystem der Elemente, Stöchiometrie, Atom- und Molekülbau, chemische Bindung;</li> <li>▪ Basiskonzepte zu chemischen Reaktionen, chemische Gleichgewichte, Herstellung und ausgewählte Reaktionen von Nichtmetallen und Metallen, wirtschaftlich bedeutende anorganische Verbindungen und Stoffgruppen;</li> <li>▪ Methoden zur Trennung und Identifizierung anorganischer Stoffe auf Basis stoffgruppentypischer und elementspezifischer Reaktionen, Erlernen experimenteller Arbeitstechniken der qualitativen Analyse.</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgemeine u. Anorganische Chemie</li> <li>▪ Chemische Gleichgewichte I</li> <li>▪ Qualitative Anorganische Analytik</li> <li>▪ Qualitative Anorganische Analytik</li> <li>▪ Allgemeine Chemie u. Laborkunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>V</li> <li>V</li> <li>V</li> <li>Ü</li> <li>S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 SWS</li> <li>1 SWS</li> <li>1 SWS</li> <li>6 SWS</li> <li>2 SWS</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	450 h; 15 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Protokolle mit Testat zu praktischen Übungen, Abschlussklausur 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	1. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Abitur		
<b>Empfohlene Literatur</b>	Riedel, Janiak: <i>Anorganische Chemie</i> (de Gruyter, Berlin) Jabs: <i>Allgemeine und Anorganische Chemie</i> (Elsevier) Mortimer: <i>Chemie</i> (Thieme, Stuttgart) Housecroft, Sharpe: <i>Anorganische Chemie</i> (Pearson, Prentice		

	<p>Hall)</p> <p>Heck, Kaim, Weidenbruch (Hrsg.) (Shriver, Atkins, Langford): <i>Anorganische Chemie</i> (Wiley-VCH, Weinheim)</p> <p>Jander, Blasius: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum (Hirzel, Stuttgart), (jeweils neueste oder zeitnahe Auflage)</p>
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	<p>E. Riedel (Hrsg.) (R. Alsfasser, C. Janiak, T.M. Klapötke, H.-J. Meyer): <i>Moderne Anorganische Chemie</i> (de Gruyter, Berlin</p>



<b>Basismodul „Analytische Chemie“ (B5)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es sollen die notwendigen Fähigkeiten erworben werden, um Fällungs- und Redoxgleichgewichte exakt beschreiben und berechnen zu können. Anwendungen auf die Berechnung realer Systeme, insbesondere für die Analytische Chemie, stehen im Mittelpunkt.</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theorien der Fällungsgleichgewichte, Löslichkeit, gekoppelte Gleichgewichte (Fällungsgleichgewichte / Säure-Basegleichgewichte), pH-Ig S-Diagramme, Fällungszonen, Fällungstitrationen, Fehlerberechnungen</li> <li>Theorie der Redoxgleichgewichte, chemische und biochemische Standardpotentiale, Formalpotentiale, Redox-titrationen, gekoppelte Gleichgewichte (Redoxgleichgewichte / Säure-Basegleichgewichte), Potentiometrie, pH-Messung</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemische Gleichgewichte II</li> <li>Grundlagen d. Quantitativen Analytik</li> <li>Rechenübung zur Quantit. Analytik</li> </ul>	V Ü RÜ	1 SWS 5 SWS 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	210 h; 7 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Protokolle mit Testat zu praktischen Übungen, Klausur 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	2. Semester		
<b>Obligatorische Prüfungsvorleistungen</b>	Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Abschlussprüfung ist ein erfolgreicher Abschluss der Laborübungen (d.h. mindestens 4,0 als Gesamtnote der praktischen Übungen)		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Abiturwissen Chemie und Mathematik Basismodul B4 „Allgemeine und Anorganische Chemie“		
<b>Empfohlene Literatur</b>	D. C. Harris: Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Vieweg, 1998		
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	C. Bliefert: pH-Wertberechnungen, Verlag Chemie, 1978 J. N. Butler: Ionic Equilibrium, J. Wiley & Sons, New York, 1998 Anorganikum: Lehr- und Praktikumsbuch der anorganischen Chemie; Band 1-2, Hrsg.: L.Kolditz, 13. Auflage, Barth, Leipzig 1993		

<b>Fachmodul „Organische Chemie“ (F1)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Basiswissen der Organischen Chemie</li> <li>▪ Grundkenntnisse zur Abschätzung der Reaktivität organischer Moleküle</li> <li>▪ Experimentelle Methoden zur Präparation einfacher organischer Verbindungen</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Struktur und Bindung organischer Moleküle</li> <li>▪ Übersicht über funktionelle Gruppen und Stoffklassen</li> <li>▪ Herstellung und grundlegende Reaktionen von Alkanen, Halogenalkanen, Alkoholen, Ethern, Alkenen,</li> <li>▪ Chemie der Aromaten</li> <li>▪ Herstellung und Reaktionen von Carbonylverbindungen</li> <li>▪ Amine und Heterozyklen</li> <li>▪ Struktur und Eigenschaften von Biomolekülen</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organische Chemie I</li> <li>▪ Organische Chemie I</li> <li>▪ Organische Chemie II</li> <li>▪ Organische Chemie II</li> <li>▪ Organische Chemie II</li> </ul>	V	4 SWS
		S	2 SWS
		V	1 SWS
		S	1 SWS
		Ü	7,5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	480 h; 16 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	2 Klausuren zu Teilmodul OC I und OC II, jeweils 90 min vollständige Protokolle zu den Laborübungen (unbenotet)		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	2. und 3. Semester		
<b>Obligatorische Prüfungsvorleistungen</b>	Die Zulassung zu den Übungen setzt das erfolgreiche Bestehen der im 2. Semester abgelegten Teilprüfung zur Organischen Chemie I (Klausur) voraus		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basismodul B4 „Allgemeine und Anorganische Chemie“		
<b>Empfohlene Literatur</b>	Vollhardt, K.P.C. & Schore, N.E.: Organische Chemie, Wiley VCH, Weinheim Fanghänel, E. (Hrg.): Organikum, Wiley-VCH, Weinheim		
<b>Ergänzungsliteratur</b>	Brückner, R.: Reaktionsmechanismen, Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier, München		

<b>Fachmodul „Physikalische Chemie (Thermodynamik und Kinetik)“ (F2)</b>	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen der chemischen Thermodynamik</li> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen der chemischen Kinetik und Elektrochemie</li> <li>▪ Üben in der Anwendung grundlegender thermodynamischer und kinetischer Gleichungen auf praktische Problemstellungen</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Thermodynamik <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Hauptsätze:</b> Temperatur und Temperaturskalen, Wärme als Energieform, Wärmekapazität, Kalorimetrie, Zustandsgrößen, Entropiebegriff, reversible und irreversible Prozesse, Thermodynamische Zustandsfunktionen, partielle Ableitungen, totale Differentiale, Maxwell-Beziehungen, chemisches Potenzial, Gibbs-Duhem-Beziehungen</li> <li><b>Phasendiagramme:</b> ideales Gas und van-der-Waals-Gleichung, kritische Größen, Aggregatzustände, Polymorphie von Festkörpern, Phasenübergänge, Phasengleichgewichte, Umwandlungswärmen, Dampfdruck, Clausius-Clapeyron-Gleichung, Phasendiagramme von Wasser und Kohlendioxid, Gibbssche Phasenregel, Zwei- und Dreikomponentenphasendiagramme, azeotrope Gemische, Entmischung, Mischungsentropie und -enthalpie, Löslichkeit, Verteilungskoeffizient, <math>\log P</math>, kolligative Effekte, Osmotischer Druck, Siede/Gefrierpunktverschiebungen</li> <li><b>Grenzflächeneffekte:</b> Oberflächenspannung: experimentelle Bestimmung, Zusammenhang mit intermolekularen Kräften, Grenzfläche flüssig/fest: Kontaktwinkel, Kapillareffekte, Poren, Grenzfläche flüssig/flüssig: Gibbs-Isotherme, Adsorption von Gasen an Festkörpern, Isothermen (Langmuir, BET, Freundlich), Spreitungsisothermen, Langmuir-Waage, Statistische Thermodynamik: Boltzmannverteilung, Zustandsumme, Maxwellverteilung, mittlere Energie, Dulong-Petitsche Regel</li> </ul> </li> <li>▪ Grundlagen der <b>Elektrochemie, Chemische Kinetik und Transportphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formalkinetik einfacher Reaktionen: Grundbegriffe, Zeitgesetze für Reaktionen 0.-3.Ordnung, Bestimmung der Reaktionsordnung durch qualifizierte Methoden, Anwendung konzentrationsproportionaler Größen</li> <li>Formalkinetik komplexer Reaktionen: Parallelreaktionen, reversible Reaktionen und kinetische Definition des</li> </ul> </li> </ul>

	<p>Gleichgewichts, Folgereaktionen, Bodenstein-Prinzip, Chapman-Zyklus, vorgelagertes Gleichgewicht, Säure-Base-Katalyse, Grundmechanismen der Enzymkatalyse, Aussagen aus Anfangsgeschwindigkeits- und Relaxationsmessungen</p> <p>Analyse der Geschwindigkeitskonstanten: Arrhenius-Gleichung, Stoßtheorie, Grundzüge der Eyring-Theorie, Bestimmung der Aktivierungsparameter</p> <p>Transportphänomene: Konvektion, Diffusion (Ficksche Gesetze und deren Lösungen), Bestimmung des Diffusionskoeffizienten, Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen</p> <p>Grundlagen der elektrochemischen Thermodynamik: inneres elektrisches Potential, elektrochemisches Potential, elektrochemisches Gleichgewicht, Galvani-Spannung, Donnan-Spannung, Elektrodenpotential, Gleichgewichtszellspannung, Zusammenhang mit thermodynamischen Reaktionsgrößen</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Physikalische Chemie I</li> <li>▪ Physikalische Chemie I</li> <li>▪ Physikalische Chemie I</li> <li>▪ Physikalische Chemie II</li> <li>▪ Physikalische Chemie II</li> <li>▪ Physikalische Chemie II</li> </ul>	<p>V</p> <p>S</p> <p>Ü</p> <p>V</p> <p>S</p> <p>Ü</p>	<p>2 SWS</p> <p>1 SWS</p> <p>2,5 SWS</p> <p>2 SWS</p> <p>1 SWS</p> <p>2,5 SWS</p>
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	360 h; 12 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Zwei Klausuren zu Teilmodul PCI und PCII, jeweils 90 min vollständige Protokolle zu den Laborübungen (unbenotet)		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	2. und 3. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>für Physikalische Chemie I: Vorlesungen Mathematik I und Physik I</p> <p>für Physikalische Chemie II: abgeschlossene Basismodule Mathematik und Physik</p>		
<b>Empfohlene Literatur</b>	<p>P.W. Atkins, Physikalische Chemie, Wiley</p> <p>G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley</p> <p>Czeslik, C., Seemann, H., Winter, W.: Basiswissen Physikalische Chemie, Teubner</p>		

<b>Fachmodul „Biochemie“ (F3)</b>	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlegendes Verständnis für die Organisation lebender Systeme, Kenntnis der Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle sowie des zentralen Energiestoffwechsels.</li> <li>▪ Erlernen der Labortechniken zur Präparation und Charakterisierung biologischer Grundbausteine und Makromoleküle mit Praxis und theoretischen Grundlagen.</li> <li>▪ Erwerb grundlegender Kenntnisse von Computeranwendung in der Biochemie</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Teilmodul Biochemie I (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hierarchie und Grundstrukturen lebender Systeme, nicht-kovalente Wechselwirkungen, wässrige Systeme (Eigenschaften, Puffer), Struktur und Eigenschaften von Aminosäuren, Protein-Sequenzierung, Protein-Faltung, Struktur und Eigenschaften von Nukleotiden und Nukleinsäuren, DNA-Sequenzierung, Lipidstrukturen, biologische Membranen, Struktur und Funktion von Kohlehydraten und Glykokonjugaten, Sauerstoff-Transport, Allosterie</li> </ul> <p><b>Teilmodul Biochemie II (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzymatische Aktivität und Regulation, Thermodynamische Grundlagen des Metabolismus, Glykolyse, Tricarbonsäure-Zyklus, Glyoxylat-Zyklus, oxidative Phosphorylierung, Pentosephosphatweg, Gluconeogenese, Glykogenstoffwechsel, Fettsäure-Metabolismus, Ketonkörper, Harnstoff-Zyklus, Regulation des Stoffwechsels (Signaltransduktion, Hormone)</li> </ul> <p><b>Teilmodul Biochemie (Ü):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chemische Charakterisierung wichtiger Substanzklassen (Lipide, Aminosäuren und Proteine, Basen und Nukleinsäuren, Saccharide und deren Oligomere, Vitamine), Beispiele aus der klinischen Chemie, grundlegende biophysikalische Untersuchungsmethoden, Reinigung und Charakterisierung biologischer Makromoleküle, Darstellung und Charakterisierung größerer Komplexe oder Organellen, Präparative und analytische Methoden für Biomoleküle.</li> </ul> <p><b>Teilmodul Computeranwendungen in der Biochemie (S):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in relevante Computerprogramme (z.B. Endnote, ChemDraw, CloneManager), Datenbanken zur Informationsbeschaffung (SCI-Finder, Web of Science, PubMed etc.) und Kriterien der Informationsbewertung, Einführung in Internetbasierte Tools zur Biochemie (pdb-Datenbank, SWISS-PROT, BLAST, ClustalW usw.), Anwendung der Datenbank an ausgewählten Beispielen mit Übungen</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltungen</b>	▪ Biochemie I	V	3 SWS
	▪ Biochemie II	V	3 SWS
	▪ Biochemie -Übungen	Ü	7,5 SWS
	▪ Computeranwendungen in der Biochemie	S	1 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	480 h; 16 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	2 Klausuren zu Biochemie I und II mit jeweils 90 min Für Biochemie-Übungen: Protokolle und 1 Referat (unbenotet) Für Computeranwendungen: Protokoll über eigenständig gelöste Aufgabe (unbenotet)		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	3. und 4. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basismodul Allgemeine und Anorganische Chemie, Vorlesung Organische Chemie I		
<b>Empfohlene Literatur</b>	D. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt, Lehrbuch der Biochemie, Wiley VCH J.M.Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biochemistry, W.H. Freeman and Company Lehninger, Biochemie, Springer-Verlag F. Lottspeich & H. Zorbach, Bioanalytik, Spektrum Akadem. Verlag G. Richter, Praktische Biochemie - Grundlagen und Techniken, Thieme Verlag		

<b>Fachmodul „Genetik“ (F4)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biologie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biologie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlegende Kenntnisse zu Vererbungsmechanismen (klassisch, molekular);</li> <li>▪ Kenntnisse zur DNA-Funktion und -Variabilität;</li> <li>▪ Kenntnisse zur Genexpression und deren Kontrolle;</li> <li>▪ Kenntnisse zur in vitro-rekombinanten DNA-Technik</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Vorlesung „Molekulare Genetik und Genomik“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der klassischen Genetik (Mendelsche Regeln, Chromosomen, Genkartierung)</li> <li>▪ Struktur und Topologie der DNA und RNA</li> <li>▪ Genome bei Prokaryoten und Eukaryoten</li> <li>▪ Initiation der DNA-Replikation und DNA-Rekombination</li> <li>▪ Genetischer Code, Mechanismen der Transkription und Translation</li> <li>▪ Regulation der Genexpression</li> <li>▪ Mutationen und DNA-Reparatur, Erbkrankheiten</li> <li>▪ Zellzyklus und Krebsgenetik</li> <li>▪ Grundlagen der Gentechnik (Restriktionsenzyme, Vektoren, Klonierung, Gentransfer, DNA-Sequenzierung) und Genomorganisation (Repetitive Sequenzen, Satelliten-DNA, Alu-Elemente, Genfamilien) und Ethik</li> <li>▪ Genomik, reverse Genetik und RNAi Technologie</li> <li>▪ Genetische Modellorganismen</li> <li>▪ Populationsgenetik</li> </ul> <p><b>Übungen „Genetik“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DNA-/Plasmid-Isolierung</li> <li>▪ DNA-Transfer bei Prokaryoten</li> <li>▪ Restriktionsanalyse: Plasmid, Cosmidvorstellung</li> <li>▪ Spontanmutationen (Antibiotikaresistenz)</li> <li>▪ Transposonmutagenese</li> <li>▪ Karyogramm humaner Chromosomen</li> <li>▪ Rekombination genetischer Marker</li> <li>▪ Komplementationsanalyse</li> <li>▪ Mutationsreversion</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Molekulare Genetik und Genomik</li> <li>▪ Genetik</li> </ul>	V Ü	4 SWS 2,5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h; 8 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur zur Vorlesung 90 min, regelmässige Teilnahme an den Übungen und Abgabe eines Gruppenprotokolls für jeden der Versuchstage		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		

<b>Empfohlene Einordnung</b>	3. und 4. Semester
<b>Obligatorische Prüfungsvorleistungen</b>	Bestehen der Klausur ist Zulassungsvoraussetzung für die Teilnahme an den Übungen
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse zur Struktur biologischer Makromoleküle
<b>Empfohlene Literatur</b>	T. A. Brown: Genetik R. Knippers: Molekulare Genetik; W. S. Klug, M. R. Cummings, C. A. Spencer: Genetik.



<b>Fachmodul „Grundlagen der Tierphysiologie“ (F5)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biologie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten des Zoologischen Instituts und Museums		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen zu Zell-, Organ- und Körperfunktionen von Tieren und Mensch</li> <li>▪ Erwerb von grundlegenden Fähigkeiten zu eigener experimenteller Arbeit und Auswertung von Daten</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Vorlesung „Einführung in die Physiologie der Tiere und des Menschen“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Physikalische und chemische Grundlagen</li> <li>▪ Energetik lebender Systeme</li> <li>▪ Aufbau tierischer Zellen (Kompartimentierung)</li> <li>▪ Kommunikation im Organismus (Nervensystem, Hormone)</li> <li>▪ Stoffaufnahme und interne Verteilung (Ernährung und Verdauung, Atmung, Herz/Kreislaufsysteme)</li> <li>▪ Inneres Milieu und seine Konstanthaltung (Ionen- und Osmoregulation, Stickstoffexkretion, pH-Regulation, Thermoregulation)</li> <li>▪ Informationsaufnahme aus der Umwelt (Sinnesorgane)</li> <li>▪ Muskel und Bewegung</li> </ul> <p><b>Übungen „Tierphysiologie“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Bezeichnung und Handhabung von Laborgeräten</li> <li>▪ Exkretion</li> <li>▪ Ernährung und Verdauung</li> <li>▪ Herz und Kreislauf</li> <li>▪ Körperflüssigkeiten</li> <li>▪ Atmung</li> <li>▪ Somatosensorik und Phänomene der Wahrnehmung</li> <li>▪ Chemorezeption</li> <li>▪ Ohr und Vestibularapparat</li> <li>▪ Sehen</li> <li>▪ Computersimulation physiologischer Prozesse und Experimente</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Physiologie der Tiere und des Menschen</li> <li>▪ Übungen Tierphysiologie</li> </ul>	V	4 SWS
		Ü	2,5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h, 8 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur zu den Inhalten der Vorlesung 90 min; regelmässige Teilnahme an den Übungen und Abgabe eines Gruppenprotokolls für jeden der Versuchstage		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		

<b>Empfohlene Einordnung</b>	3. und 4. Semester
<b>Obligatorische Prüfungsvorleistungen</b>	Bestehen der Klausur ist Zulassungsvoraussetzung für die Teilnahme an den Übungen
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundwissen Biologie, Zoologie, Biochemie, Cytologie
<b>Empfohlene Literatur</b>	<p>Heinz Penzlin: Lehrbuch der Tierphysiologie. 7. Auflage Spektrum Akademischer Verlag, München, 2005</p> <p>Roger Eckert: Tierphysiologie. 4. Auflage. Thieme Verlag Stuttgart, 2002</p> <p>Rainer Klinke, Hans-Christian Pape, Stefan Silbernagl: Physiologie, 5. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, 2005</p> <p>Christopher D. Moyes, Patricia M. Schulte: Tierphysiologie. Pearson, München, 2008</p>

<b>Fachmodul „Grundlagen der Pflanzenphysiologie“ (F6)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biologie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten des Instituts für Botanik & Landschaftsökologie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der Stoffwechsel- und Entwicklungsphysiologie der Pflanzen</li> <li>▪ Verständnis des Zusammenhangs von Struktur und Funktion pflanzlicher Gewebe</li> <li>▪ Konzeption, Durchführung, Auswertung und Dokumentation pflanzenphysiologischer Experimente</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Vorlesung „Einführung in die Pflanzenphysiologie“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cytologie (Besonderheiten pflanzlicher Zellen und ihrer Organelle)</li> <li>▪ Stoffwechselfysiologie (Wasserhaushalt, Energiehaushalt, Photosynthese, Nährstoffassimilation, Symbiosen)</li> <li>▪ Entwicklungsphysiologie (Phytohormone, Wirkung endogener und exogener Faktoren)</li> <li>▪ Bewegungsphysiologie</li> <li>▪ Stressphysiologie (Stresskonzept, biotische und abiotische Stressoren)</li> </ul> <p><b>Übungen „Pflanzenphysiologie“:</b> Es werden Experimente zu folgenden Themenkomplexen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wasserhaushalt</li> <li>▪ Photosynthese</li> <li>▪ Pflanzenernährung</li> <li>▪ Enzymcharakterisierung</li> <li>▪ Wirkungscharakteristika der Phytohormone</li> <li>▪ physiologische Anpassungen an Stressbedingungen</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Pflanzenphysiologie</li> <li>▪ Übungen Pflanzenphysiologie</li> </ul>	V Ü	4 SWS 2,5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h, 8 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur zu den Inhalten der Vorlesung und Übungen 90 min testiertes Protokoll zu jedem Versuchstag		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	4. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basismodul B3 Allgemeine Biologie		
<b>Empfohlene Literatur</b>	Campbell: Biologie Taiz/Zeiger: Physiologie der Pflanzen, Verlag Spektrum) Buchanan/Gruissem/Jones: Biochemistry and molecular biology of plants, American Society of Plant Physiologists		

<b>Fachmodul „Mikrobiologie“ (F7)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biologie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biologie		
<b>Modulziele</b>	<p>Die Studenten kennen die Grundlagen der</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgemeinen Mikrobiologie</li> <li>▪ Mikrogenphysiologie</li> <li>▪ Molekularen Mikrobiologie</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ultrastruktur der Prokaryotenzelle (sowie Viren)</li> <li>▪ Zellteilung, Wachstum und Differenzierung</li> <li>▪ Ernährung und Stoffwechsel von Mikroorganismen</li> <li>▪ Mikrobielle Produkte und Sekundärstoffe</li> <li>▪ Grundzüge der Umweltmikrobiologie</li> <li>▪ Grundzüge der Medizinischen Mikrobiologie</li> <li>▪ Biotechnologische Bedeutung von Mikroorganismen</li> <li>▪ Grundzüge der Evolution und Systematik von Mikroorganismen</li> <li>▪ Molekulare Mikrobiologie</li> <li>▪ Funktionelle Genomforschung der Mikroorganismen</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allgem. u. Spezielle Mikrobiologie</li> <li>▪ Mikrogenphysiologie u. Molekularbiol.</li> </ul>	V	3 SWS
		V	4 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h, 8 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	2 Klausuren zu den Teilveranstaltungen jeweils 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	2 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	3. und 4. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	---		
<b>Empfohlene Literatur</b>	<p>W. Fritsche, Mikrobiologie, Fischer, Jena 2002</p> <p>M.T. Madigan, Brock Biology of Microorganisms, Prentice Hall, Upper Saddle River 2005</p> <p>Lengeler et al., Biology of the Prokaryotes</p>		

<b>Vertiefungsmodul „Molekülaufbau und chemische Bindung“ (V1)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verstehen des Zusammenhangs von Molekülbau und -dynamik (Translation, Rotation, Schwingungen)</li> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen der Quantenmechanik der Moleküle</li> <li>▪ Erkennen des Zusammenhangs von Moleküldynamik und thermodynamischen Größen (Zustandssummen)</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Grundbegriffe der Quantenmechanik für chemische Systeme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welle und Wellengleichung, Wellenfunktionen, Schrödingergleichung (zeitabhängig und -unabhängig), Operatoren (Ort, potenzielle Energie, Impuls, kinetische Energie, Hamilton, Aufenthaltswahrscheinlichkeit), Eigenfunktion und Erwartungswert, Vertauschen von Operatoren und Unschärferelation</li> </ul> <p><b>Einfache Beispiele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilchen im Kasten und konjugierte <math>\pi</math>-Systeme, Cyanin-Farbstoffe, ebene Welle, Translationsbewegung, harmonischer Oszillator, Kraftkonstante und Schwingungsfrequenz, gekoppelte Molekülschwingungen, Morsepotenzial für chemische Bindungen, Dissoziation, Tunneln im endlich hohen Potentialwall, Elektronentransfer, Drehimpuls, freier Rotor, Trägheitsmoment, Rotationskonstante, zweiatomiges Molekül, Wasserstoffatom: Trennung von winkelabhängigem und Radialteil und entsprechende Wellenfunktionen, Ionisationspotential, s, p, d Wellenfunktionen und Aufenthaltswahrscheinlichkeiten, Zustandssummen und Berechnung thermodynamischer Funktionen aus molekularen Daten, Schrödingergleichung des Moleküls, Hückelmodell</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Physikalische Chemie III</li> <li>▪ Physikalische Chemie III</li> </ul>	V	3 SWS
		S	1 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	150 h; 5 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	4. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basismodule Mathematik und Physik		

<b>Empfohlene Literatur</b>	P.W. Atkins, Physikalische Chemie, Wiley J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle, Teubner
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley T. Engel, P. Reid, Physikalische Chemie, Pearson R.J. Silbey, R.A. Alberty, M.G. Bawendi, Physical Chemistry, Wiley

<b>Vertiefungsmodul „Proteinbiotechnologie“ (V2)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erwerb der Grundlagen der Biotechnologie und Kenntnis der wichtigsten Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Produkte</li> <li>▪ Erwerb der grundlegenden Methoden der Proteinherstellung, Isolierung und Aufreinigung</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Biotechnologie</u>: Reaktor- und Fermentertypen, Durchführung von Fermentationen (Medien, Auswahl von Mikroorganismen, Anzucht, Aufarbeitung), Produkte des primären Metabolismus (Aminosäuren, Citronensäure, Gluconsäure, Milchsäure etc.), Produkte des sekundären Metabolismus (Antibiotika wie Penicilline, Cephalosporine, Aminoglykosid-Antibiotika, Polyketide etc.)</li> <li>▪ <u>Proteinreinigungen</u>: Einführung in Proteinaufreinigung, Proteinquellen (mikrobiell, pflanzlich, tierisch), analytische Methoden (Proteinreinheit, -gehalt, -aktivität), Isolierung von Proteinen (Aufschlußverfahren, Stabilisierung, Maßstabsvergrößerung), Fällungsmethoden, chromatographische Verfahren (Ionenaustauschchromatographie, Hydrophobe Interaktionschromatographie, Affinitätschromatographie), Gelfiltration, Zweiphasensysteme, Membranproteine, Beispiele für mehrstufige Aufreinigungen</li> <li>▪ <u>Übung Proteinreinigungen</u>: Produktion (Schüttelkolben bzw. Fermenter) und Isolierung eines rekombinanten Enzyms, Bestimmung der Enzymaktivität, des Proteingehaltes und der Reinheit, Aufreinigung durch versch. Methoden, Handhabung von Photometer, GC, HPLC. Anwendung des Enzyms in einer Biokatalyse, Handhabung von Software für biochemische Fragestellungen, Referat zu einer Literaturarbeit (auf Englisch)</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biotechnologie</li> <li>▪ Proteinreinigungen</li> </ul>	V	2 SWS
		Ü	5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	210 h; 7 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur zur Vorlesung Biotechnologie 90 min Protokolle mit Testat zu praktischen Übungen (unbenotet)		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	5. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fachmodul Biochemie		

<b>Empfohlene Literatur</b>	Schmid, Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik, Wiley-VCH, 2006 Pingoud/Urbanke, Arbeitsmethoden der Biochemie, deGruyter, 1997
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	Wink (Hrsg.), Molekulare Biotechnologie, Wiley-VCH, 2004 Ratledge/Kristiansen (Hrsg.), Basic Biotechnology, Cambridge University Press, 2006



<b>Vertiefungsmodul „Biochemie“ (V3)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kenntnis der Ammoniak-Assimilation, des Stoffwechsels Stickstoff-haltiger Verbindungen sowie der Biosynthese von Membranlipiden, Steroiden und Eicosanoiden</li> <li>▪ Makromolekulare Grundlagen biochemischer Mechanismen und Funktionen ausgewählter Prozesse.</li> <li>▪ Grundkenntnisse zum Vorkommen, zur Funktion und zum Stoffwechsel von Sekundärmetaboliten</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Teilmodul Biochemie III (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ammoniak-Assimilation, Protein-Umsatz, Abbau und Biosynthese von Aminosäuren und Porphyrinen, Biosynthese von Neurotransmittern, Nukleotid-Metabolismus, Biosynthese von Membranlipiden, Steroiden und Eicosanoiden.</li> </ul> <p><b>Teilmodul Biochemie IV (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Strukturbiochemische Diskussion biochemischer Mechanismen und Funktionen bei: Methyltransferasen, DNA-Erkennung, Adenin-, Cytosin-Methylierung. Cobalamin als Cofaktor von Enzymen. Proteinogene Aminosäuren und erweiterter genetische Code, Präbiotische Chemie, Wasserstoffbrücken, Wasser. Proteinfaltung: Prionen. Quorum sensing: Autoinducer. Sauerstoff-aktivierende Enzyme, Nichthäm-Fe-Enzyme, Proteine der Biolumineszenz. Membranproteine der Photosynthese: PS I, PS II, bakterielles Photoreaktionszentrum, Evolution der Reaktionszentren. ATPase, Fumarate Reduktase, Succinat-Dehydrogenase, Rubisco. Transportprozesse: Kalium-, Chlorid-, Ammonium-, Wasser-Kanal.</li> </ul> <p><b>Teilmodul Sekundärstoff-Biochemie (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Primär- und Sekundärstoffwechsel. Regulation der Biosynthese von Sekundärmetaboliten auf der Gen- und Enzymebene. Vorkommen und Funktion von Sekundärstoffen in den Organismen. Biosynthese von Sekundärstoffen aus primären Zuckern, Glykolyse-Intermediaten, Essigsäure- und Propionsäure-Intermediaten, Intermediaten des Tricarbonsäure- und Glyoxylat-Zyklus, Isoprenen, Derivaten von Intermediaten der Aromatenbiosynthese, Aminosäuren, Purinen und Pyrimidinen. Sekundäre Peptide und Proteine.</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biochemie III</li> <li>▪ Biochemie IV</li> <li>▪ Sekundärstoffbiochemie</li> </ul>	V	2 SWS
		V	2 SWS
		V	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	240 h; 8 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 90 min		

<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Empfohlene Einordnung</b>	5. Semester
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fachmodul Biochemie
<b>Empfohlene Literatur</b>	D. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt, Lehrbuch der Biochemie, Wiley VCH J.M.Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biochemistry, W.H. Freeman and Company Lehninger, Biochemie, Springer-Verlag

<b>Vertiefungsmodul „Instrumentelle Analytik“ (V4)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlegendes Verständnis der Theorie und Praxis der wichtigsten analytischen Methoden zur Konzentrationsbestimmung und Strukturanalyse. Befähigung zur Auswertung von UV-, IR-, MS- und NMR-spektroskopischen Daten.</li> <li>▪ Prinzipielle Kenntnisse der Strukturanalyse biologischer Makromoleküle mit Beugungsmethoden.</li> <li>▪ Befähigung zur zielgerichteten Wahl optimaler Methoden der Konzentrationsanalytik</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<p><b>Teilmodul Instrumentelle Strukturanalytik (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen der Spektroskopie, Absorption, Emission, Übergangswahrscheinlichkeiten, Lebensdauer angeregter Zustände, Grundlagen der NMR-Spektroskopie, Impuls-FT-Methode, chem. Verschiebung, skalare Kopplung, Grundlagen der IR-Spektroskopie, harmonischer und anharmonischer Oszillator, Grundsicherungen, charakteristische Gruppenfrequenzen, Raman-Streuung, Prinzip und Methoden der Massenspektrometrie, Isotopenanalyse, Zerfallsreaktionen von Molekülonen.</li> </ul> <p><b>Teilmodul Instrumentelle Strukturanalytik (S/Ü):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktische Grundlagen der Spektroskopie, Aufnahme und Auswertung von Daten an verschiedenen Geräten (z.B. Röntgendiffraktion, UV-, IR-, MS- und NMR-Spektrometer).</li> </ul> <p><b>Teilmodul Biokristallographie (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteinkristallisation, Röntgenquellen, Datensammlung, Kristallsysteme und Raumgruppen, Diffraktion, reziproker Raum, Phasenproblem, Strukturlösung, Modellbau und Validierung, Darstellung und Beurteilung einer Strukturanalyse.</li> </ul> <p><b>Teilmodul Instrumentelle Konzentrationsanalytik (V):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spektrometrie (Lösungsspektroskopie, Atomemissionsspektroskopie, Atomabsorptionsspektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, LIDAR), Chromatographie (LC, GC), Elektrophorese (Gelelektrophorese, Kapillarelektrophorese, Blotting), Elektroanalytik (Voltammetrie, Inversvoltammetrie), radiochemische Analysemethoden (einschl. Isotopenverdünnungsanalyse und Radiocarbonmethode).</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instrumentelle Strukturanalytik</li> <li>▪ Instrumentelle Strukturanalytik</li> <li>▪ Biokristallographie</li> <li>▪ Instrumentelle Konzentrationsanalytik</li> </ul>	V	2 SWS
		S/Ü	2 SWS
		V	2 SWS
		V	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	300 h; 10 LP		

<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 120 min
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Empfohlene Einordnung</b>	5. und 6. Semester
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Vertiefungsmodul Molekülaufbau und chem. Bindung
<b>Empfohlene Literatur</b>	M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, Georg Thieme Verlag R.M. Silverstein, F.X. Webster, Spectrometric Identification of Organic Compounds, John Wiley & Sons D. A. Skoog, J. J. Leary, Instrumentelle Analytik, Springer
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	C.R. Cantor & P.R. Schimmel, Biophysical Chemistry, W.H. Freeman & Co. F. Lottspeich & H. Zorbas, Bioanalytik, Spektrum Akadem. Verlag. H. Naumer, W. Heller, Untersuchungsmethoden in der Chemie, G. Thieme Verlag

<b>Wahlmodul „Bioanorganische Chemie“ (W1)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vermittlung von Grundwissen zur Bioanorganischen Chemie</li> <li>▪ Vermittlung von Wissen zur Organoelementchemie ausgewählter metallischer und nichtmetallischer Elemente</li> <li>▪ Vermittlung von Wissen zu Übergangsmetallkomplexen und Übergangsmetallkatalyse</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transport, Funktion und Strukturtypen ausgewählter anorganischer Verbindungen und bioorganischer Metallverbindungen</li> <li>▪ Synthese, Struktur und Reaktivität von Organoelementverbindungen ausgewählter metallischer und nichtmetallischer Elemente (I).</li> <li>▪ Mechanismen ausgewählter Übergangsmetallkatalysierter Reaktionen (I)</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bioanorganische Chemie</li> <li>▪ Organoelementchemie</li> </ul>	V	2 SWS
		V	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	150 h; 5 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	mündliche Prüfung 30 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	6. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basismodul Allgemeine und Anorganische Chemie		
<b>Empfohlene Literatur</b>	E. Riedel (Hrsg.) R. Alsfasser, C. Janiak, T.M. Klapötke, H.-J. Meyer: <i>Moderne Anorganische Chemie</i> , de Gruyter, Berlin W. Kaim, B. Schwederski: <i>Bioanorganische Chemie</i> , Teubner, Stuttgart) C. Elschenbroich, A. Salzer: <i>Organometallchemie</i> , Teubner, Stuttgart)		
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	R. B. Jordan: <i>Mechanismen anorganischer und metallorganischer Reaktionen</i> (Teubner, Stuttgart)		

<b>Wahlmodul „Bioorganische Chemie“ (W2)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung in die Inhalte und Methoden der Bioorganischen Chemie</li> <li>▪ Tieferes Verständnis molekularer Wechselwirkungen und chemischer Reaktivitäten von Biomolekülen und insbesondere von Nucleosiden</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synthese von Peptiden und Nucleinsäuren</li> <li>▪ Chemische Methoden zur Funktionalisierung von Biomolekülen</li> <li>▪ Ausgewählte Mechanismen biomolekularer Reaktionen</li> <li>▪ Nichtkovalente Wechselwirkungen, Wirt-Gast-Chemie</li> <li>▪ Präbiotische Chemie</li> <li>▪ Molekulare Motoren</li> <li>▪ Struktur und Synthese von Pyrimidin- und Purinnucleosiden (N-Glykosylierung), Reaktionen am Heterozyklus und Zucker, Antisense and Anti-Gen Oligonucleotide</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bioorganische Chemie</li> <li>▪ Nucleosidchemie</li> </ul>	V	2 SWS
		V	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	150 h; 5 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur 90 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im SS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	6. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fachmodul Organische Chemie		
<b>Empfohlene Literatur</b>	<p>Vollhardt, K.P.C. &amp; Schore, N.E.: Organische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim</p> <p>Grossauer, A.: Struktur und Reaktivität der Biomoleküle, Verlag Helvetica Chimica Acta AG, Zürich</p> <p>Mc Murry J., Begley, T.: Organische Chemie der biologischen Stoffwechselwege, Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier, München</p> <p>Blackburn, G.M., Gait, M.J., Loakes D., Williams, D.M.: Nucleic acids in Chemistry and Biology, The Royal Society of Chemistry, Cambridge</p> <p>Shabarova, Z., Bogdanov, A.: Advanced Organic Chemistry of Nucleic Acids, VCH, Weinheim</p>		

<b>Wahlmodul „Methoden der Gentechnik“ (W3)</b>			
<b>Verantwortliche/r</b>	Prof. R. Walther		
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Medizin		
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vermitteln von Verständnis und theoretischen Grundlagen zur Anwendung von molekular- und zellbiologischen Methoden, Verfahren und Analysen.</li> </ul>		
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzyme zum Schneiden, Verknüpfen und Markieren von DNA; PCR; Plasmide, Phagen, Phagemids; Klonierung, cDNA-Bank; Transkriptionsanalyse; Methoden der Protein-DNA- und Protein-Protein-WW; Transcriptom- und Proteomanalyse; In situ-Hybridisierung und Immunhistochemie; Methoden des Gentransfer, Transgene Tiere.</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Methoden der Gentechnik</li> <li>▪ Molekular- und Zellbiologie</li> </ul>	V Ü	2 SWS 2,5 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	150 h, 5 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	Klausur zur Vorlesung 90 min, Protokolle zu den Laborübungen (unbenotet)		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	5. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fachmodule Biochemie (F3) und Genetik (F4)		
<b>Empfohlene Literatur</b>	<p>Lottspeich und Engels, Bioanalytik, Spektrum</p> <p>Burrell, Enzymes in Molecular Biology, Methods in Molecular Biology, Vol 16, Humana Press</p> <p>Ausubel et. al, Current Protocols in Molecular Biology, John Wiley and Sons, Inc.</p>		

<b>Wahlmodul „Molecular Modelling“ (W4)</b>	
<b>Verantwortliche/r</b>	Prüfungsausschussvorsitzender Biochemie
<b>Dozent(inn)en</b>	Dozentinnen und Dozenten der Biochemie
<b>Modulziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen von Kraftfeld- und Optimierungsmethoden</li> <li>▪ Erwerb von Grundkenntnissen von Standardmethoden der Elektronenstrukturberechnung</li> <li>▪ Übung in der Benutzung von Programmpaketen und einfachen Skripten</li> </ul>
<b>Modulinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>1. Einführung in Linux</i> Graphikoberfläche, zeilenorientierte Befehle, wichtige Programme, Handhabung von Programmpaketen, Linux im Netz</li> <li>▪ <i>2. Kraftfeld-basierte Rechenmethoden</i> Bindende und nicht-bindende Energiebeiträge zum Kraftfeld, typische Kraftfelder und ihre Anwendung Bestimmung der Parameter, insbesondere von Partialladungen Molekülmechanik: Minimierungsverfahren der potentiellen Energie, lokale Minima der Energie Monte-Carlo-Verfahren, Metropolis-Sampling Moleküldynamische Simulation: System: Periodische Randbedingung, Darstellung des Lösungsmittels, Poisson-Boltzmann-Gleichung Optimierte Verfahren zur Energieberechnung (Ewald-Verfahren u.a.) Rechenmethode: Verletintegration, Zeitschritte und Rechenzeiten, Randbedingungen, Dateistruktur, Anwendung: z.B. Proteinfaltung, Analyse der Daten: Struktur und Veränderungen, Thermodynamische und dynamische Größen Programme: insightII, AMBER, vmd</li> <li>▪ <i>3. Neuronale Netze, genetische Algorithmen, Docking</i> Neuronale Netze als Rechenverfahren bei nicht mathematisch fassbarer Korrelation zweier Signale Aufbau des Neurons: Linearkombination der Eingangssignale und Übertragungsfunktionen, Aufbau und trainieren von Netzen, Beispiel Buchstabenerkennung genetische Algorithmen: Population, fitness-Funktion, Mutation, Kreuzung, Auswahl Energieberechnung beim Docking Programme: SNNS, autodoc3</li> <li>▪ <i>4. Numerische Lösung der Schrödinger-Gleichung</i> Hartree-Fock-Verfahren: Pauli-Prinzip, Slater-Determinanten, lokalisierte Basissätze, Gaussfunktionen Dichtefunktionaltheorie: Austausch- und</li> </ul>



	Korrelationsenergie, Funktionale Anwendung: Geometrieoptimierung, elektrostatische Potenziale, Dipolmomente Pseudopotenziale, ab initio Moleküldynamik Programm: Gaussian, cpmd		
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen des Molecular Modelling</li> <li>▪ Einführung in die Benutzung von Molecular Modelling Programmen</li> </ul>	V  S	2 SWS  2 SWS
<b>Arbeitsaufwand und LP</b>	150 h; 5 LP		
<b>Leistungsnachweise</b>	mündliche Prüfung 30 min		
<b>Angebot</b>	jährlich, beginnend im WS		
<b>Dauer</b>	1 Semester		
<b>Empfohlene Einordnung</b>	6. Semester		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Vertiefungsmodul Molekülaufbau und chemische Bindung (V1)		
<b>Empfohlene Literatur</b>	J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle, Teubner P. Allen, D.J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, Oxford		
<b>Ergänzungsliteratur:</b>	W. Langel, Computer Simulation of Surfaces, in Handbook of Theoretical and Computational Nanotechnology, ASP, Band 9, S. 55		