

Modulhandbuch

für den

Bachelorstudiengang Biochemie

an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

(Stand WS 2021/22)

Inhaltsverzeichnis	Seite
Pflichtmodule	5
Allgemeine und Anorganische Chemie	6
Praktikum der Allgemeinen und Anorganischen Chemie	8
Allgemeine Biologie	9
Mathematik I	11
Mathematik II	12
Entwicklungsbiologie	13
Genetik	15
Professionalisierung	16
Organische Chemie	18
Praktikum der Organischen Chemie	19
Mikrobiologie	20
Physik	22
Tierphysiologie	24
Biochemie I	26
Vom Atom zur kondensierten Materie	27
Thermodynamik und Kinetik	29
Physiologie und Biochemie der Pflanzen	31
Biochemie II	33
Grundlagen der Enzymtechnologie	34
Grundpraktikum der Enzymtechnologie	35
Bachelormodul	36
Wahlpflichtmodule	37
Allgemeine Mikrobiologie	38
Faszination Biochemie	39
Programmierung für Biologiestudierende	40
Qualifizierungsmodul Bioorganische Chemie	41
Synthesemethoden	42
Zellbiologie und Physiologie	43
Wahlbereich	44
<i>Studium universale</i>	44
Berufspraktikum	45
Weitere Studienleistungen	46
Bachelor^{PLUS}/International	47
Vorbereitungsmodul Auslandsaufenthalt	48
Praxisphase 1 International	49
Praxisphase 2 International	50
Studienphase International	51
Projektpraktikum	52

Ziel des Studiengangs:

Ziel des Bachelorstudiengangs ist es, den Studierenden das inhaltliche und methodische Rüstzeug zu geben, mit dem sie in den vielfältigen Bereichen der molekularen Biowissenschaften eigenständig und in Teamarbeit arbeiten können. Sie sollen die mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen beherrschen, biowissenschaftliche Fragestellungen auf molekularer Ebene untersuchen können und zu fachübergreifendem wissenschaftlichen Denken und Handeln befähigt sein. Die Studierenden sollen lernen gewonnene Erkenntnisse und Fragestellungen anschaulich zu dokumentieren und zu präsentieren. Darüber hinaus sollen sie mit den gesetzlichen und gesellschaftspolitischen Rahmenbedingungen vertraut gemacht werden. Der Bachelorstudiengang soll die Basis für eine eigenständige Weiterbildung und berufliche Orientierung der Studierenden legen.

Die Absolventen des Bachelorstudiengangs haben einen berufsqualifizierenden Abschluss erworben. Sie haben die Kompetenz, in den verschiedenen Bereichen der Biochemie weitgehend selbständig zu arbeiten. Sie sind befähigt konkrete experimentelle Fragestellungen eigenverantwortlich zu bearbeiten. Sie besitzen die Fähigkeit ihre Ausbildung in einem Masterstudiengang zu erweitern oder zu vertiefen. Exzellenten Absolventen steht der direkte Wechsel in einen Promotionsstudiengang offen.

Aufbau des Studiengangs:

Das Studium gliedert sich in Module, die inhaltlich zusammengehörige Lehrveranstaltungen umfassen und durch eine Modulprüfung abgeschlossen werden.

Verpflichtende Module müssen von allen Studierenden absolviert werden. Der Pflichtbereich umfasst die ersten vier Semester und Teile des fünften Semesters. Er schließt die Bereiche Biologie, Chemie und Biochemie, sowie die Nebenfächer Physik und Mathematik ein und vermittelt den Studierenden breite, naturwissenschaftliche Grundkenntnisse ergänzt um Schlüsselqualifikationen der Professionalisierung. Insgesamt müssen 150 Leistungspunkte erworben werden.

Zur individuellen Profilierung dienen Module des fachnahen Wahlpflichtbereichs im fünften und sechsten Semester. Wahlpflichtmodule werden aus einem vielfältigen Angebot von der synthetischen Chemie bis zur molekularen Biotechnologie gewählt. Im Modulhandbuch sind die für diesen Studiengang konzipierten Module aufgeführt. Andere Module aus dem Angebot der Math.-Nat. Fakultät können in Absprache mit dem Prüfungsausschuss ebenso gewählt werden. Neben ein oder zwei Wahlpflichtmodulen ist die Bachelorarbeit Teil des Wahlpflichtbereichs.

Prüfungen und Leistungspunkte

Die Modulprüfungen finden studienbegleitend statt und für den erfolgreichen Abschluss werden Leistungspunkte nach dem European Credit Transfer System (ECTS) vergeben. Der Bachelorabschluss ist erreicht, wenn 180 Leistungspunkte in den vorgesehenen Modulen erbracht sind. Die Gesamtnote ergibt sich aus dem gewichteten Mittel (entsprechend ihrem Anteil an den Leistungspunkten) der Einzelnoten.

Leistungspunkte (credit points = CP) drücken den Umfang des Lernens auf Basis definierter Lernergebnisse und den damit verbundenen Arbeitsaufwand (Workload) aus. Der Workload ergibt sich aus der geschätzten Zeit, die erforderlich ist, um die erwarteten Lernergebnisse zu erreichen. Ein Leistungspunkt entspricht ca. 30 Zeitstunden. Der Workload setzt sich aus der Summe der Präsenzzeit (Kontaktzeit) in Lehrveranstaltungen und der Zeit des Selbststudiums (Nacharbeiten der Vorlesungen, Lernen für Modulabschlussprüfungen, Vor- und Nachbereitung der Praktika, etc.) zusammen.

Die Leistungspunkte spiegeln den vermuteten durchschnittlichen Arbeitsaufwand der Studierenden wider. Vorlesungen erfordern dabei im Verhältnis zur Präsenzzeit in der Regel einen höheren Aufwand im Selbststudium als Praktika. Aufgrund der inhaltlichen und methodischen Unterschiede zwischen den Modulen kann der Arbeitsaufwand nicht durch allgemein gültige Faktoren aus der Präsenzzeit errechnet werden, sondern muss jeweils modulspezifisch ermittelt werden. Die Erfahrungen der Studierenden zum tatsächlichen Arbeitsaufwand werden in den Modulevaluationen erfasst und mit den Annahmen der Dozierenden verglichen.

Pflichtmodule

Pflichtmodule müssen von allen Studierenden absolviert werden. Einzige Ausnahmen sind die Module Grundlagen der Enzymtechnologie und Grundpraktikum der Enzymtechnologie, die nicht zu den Pflichtmodulen der Studiengangsvariante BachelorPLUS/International zählen. Der Prüfungsausschuss kann Studienleistungen, die in anderen Studiengängen erbracht wurden, auf Antrag als äquivalent werten und als Ersatz für ein Pflichtmodul anerkennen.

Allgemeine und Anorganische Chemie					Stand: 12.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
10	300	1 Semester	WiSe	1		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Anorganische u. Allgemeine Chemie (C1)		V	4	60	120	
C1-Übungen		Üb	2	30	30	30
Einführung in die physikalische Chemie (PC0)		V	2	30	30	
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. C. Janiak				
Beteiligte Dozenten		C. Janiak, C. Ganter, W. Frank, M. Schmitt				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie			Pflicht		
	B.Sc. Chemie			Pflicht		
	B.Sc. Wirtschaftschemie			Pflicht		
	B.Sc. Physik (nur C1)			Wahlpflicht		
	B.Sc. Med. Physik (nur C1)			Wahlpflicht		
B.Sc. Informatik (nur C1)			Wahlpflicht			
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • die grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte wiedergeben und erläutern. • allgemeine-chemische Konzepte für die Erklärung stofflicher Eigenschaften anwenden. • grundlegende stoffchemische und strukturelle Fragestellungen bearbeiten. • grundlegenden Zusammenhänge bei physikalisch-chemischen Prozessen durch Vorlesungsversuche mit Auswertung der gemessenen Zusammenhänge in Formelbeziehungen verstehen. • physikalische Ansätze auf Problemstellungen in der Chemie anwenden. • das Verhalten von Stoffen bei Zustandsänderungen beschreiben und diskutieren. • Modelle zur Lösung von grundlegenden Problemen der Reaktionskinetik anwenden. • das Konzept des Welle-Teilchen-Dualismus auf verschiedene Fragestellungen des Aufbaus der Materie anwenden. 						
Inhalte						
<p>Anorganische und Allgemeine Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atome, Moleküle, Ionen. Radioaktivität. • Stoffmenge, Substanzformel, Molekularformel, Stöchiometrie. • Struktur der Elektronenhülle, Aufbau des Periodensystems, Elektronenkonfigurationen der Atome und Ionen, Atomeigenschaften. • Kovalente Bindung: Oktettregel, Lewis-Formeln, VSEPR-Regeln, Molekülorbitale. • Ionische Bindung: Elektronegativität, Struktur kristalliner Festkörper, Born-Haber-Kreisprozess, Gitterenergie. • Grundbegriffe der Komplexchemie (Zentralion, Liganden, Koordinationszahl und -geometrie). • Metallische Bindung. • Intermolekulare Bindungskräfte, Wasserstoffbrückenbindung. • Energieänderungen bei chemischen Reaktionen und Chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Lösungs-gleichgewichte, Löslichkeitsprodukt, Komplexbildungsgleichgewichte, Temperatur- und Druckabhängigkeit von Gleichgewichten, Prinzip von Le Châtelier, Katalysatoren. • Säure-Base-Reaktionen, pH-Wert, Puffer, Titrationskurven. • Redoxreaktionen, Nernst-Gleichung, Elektrolyse, Batterien, Brennstoffzellen. • Elementare Chemie der Halogene sowie der Elemente H, O, S, N, P, C. 						

Einführung in die physikalische Chemie			
<ul style="list-style-type: none"> • Von der Messung zur Formel und zum Modell, SI-Einheiten • Gasgesetze: Empirische Gasgesetze und das ideale Gas, Boltzmann-Gesetz, Molwärme und Freiheitsgrade, der Gleichverteilungssatz, Wärmeleitung, Äquivalenz von Energieformen. • Chemische Gleichgewichte, Massenwirkungsgesetz • Formale Reaktionskinetik: Reaktionsgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsgleichung, grundlegende Messmethoden, Ordnung und Molekularität. • Komplexere Reaktionsmechanismen, Quasistationarität. • Grundlagen der Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten. • Grundlegende Experimente zum Aufbau der Materie. • Atome, Moleküle und ihre Bausteine • Das Konzept der Wellenfunktion und die Unschärferelation • Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Atomen und Molekülen 			
Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 10 von ca. 170 benoteten LP (ca. 6%)		
Weitere Informationen	www.ac1.hhu.de/unsere-lehre.html Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF		
Literatur	Mortimer/Müller: Chemie; Thieme-Verlag. Riedel/Janiak: Anorganische Chemie; Verlag de Gruyter. Binnewies/Jäckel/Willner/Rayner-Canham: Allgemeine und Anorganische Chemie; Spektrum Akademischer Verlag. Brown/LeMay/Bursten: Chemie; Pearson Studium.		

Praktikum der Allgemeinen und Anorganischen Chemie					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
7	210	1 Semester	WiSe	1		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie (C1)		PExp	12	180	30	15
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. C. Janiak					
Beteiligte Dozenten	V. Vasylyeva-Shor					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie				Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls						
<ul style="list-style-type: none"> Vorschriften für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen benennen und sicher mit Laborausstattung und Chemikalien umgehen. grundlegende Laboroperationen mit wässrigen Lösungen durchführen analytische Verfahren wie Titrimetrie, Photometrie und Gravimetrie anwenden und bewerten. 						
Inhalte						
Einführende Versuche: Gerätehandhabung, Trennoperationen, Volumenmessung und Konzentration, Entsorgung. Praktikumsaufgaben: Analytische Bestimmungen mit titrimetrischen, gravimetrischen, potentiometrischen und photometrischen Methoden. Herstellung von einfachen anorganischen Präparaten.						
Teilnahmevoraussetzungen	Keine					
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben, Anfertigen von Protokollen					
Prüfung und Bewertung	Ohne Abschlussprüfung; unbenotet					
Weitere Informationen	Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF					
Literatur	Riedel/Janiak: Anorganische Chemie; Verlag de Gruyter. Jander/Blasius: Lehrbuch der analytischen und präparativen Anorganischen Chemie, Hirzel Verlag. Praktikumsskript.					

Allgemeine Biologie					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	WiSe	1		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Zell- und Molekularbiologie (Bio110)		V	4	60	100	
Allgemeine Botanik und Zoologie		V	2	30	50	
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. J. Hegemann					
Beteiligte Dozenten	J. Hegemann, T. Klein, M. Pauly					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B. Sc. Biochemie				Pflicht	
	B. Sc. Biologie				Pflicht (Bio110)	
	B. Sc. Informatik				Wahlpflicht	
B. Sc. Mathematik				Wahlpflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Charakteristika von verschiedenen Klassen biologischer Makromoleküle (Proteine, Lipide, Kohlenhydrate und Nucleinsäuren) zu benennen und ihre Bedeutung im biol. Zusammenhang zu erklären. - den Zellaufbau, sowie den Prozess der Genexpression von Pro- und Eukaryoten (Genorganisation, Transkription, Translation und posttranslationale Modifizierung von Proteinen) vergleichend wiederzugeben. - die Strukturen, Funktionen und Transportprozesse biologischer Membranen zu erklären. - die Arbeitsweise von Energiesystemen, Stoffwechselsystemen und Enzymen zu beschreiben. - die charakteristischen Eigenschaften von Pflanzen und Tieren zu beschreiben 						
Inhalte						
Zell- und Molekularbiologie						
Die Biowissenschaften und ihre chemischen Grundlagen: Eigenschaften und Entstehung des Lebens: Kriterien für Leben; Evolution und natürliche Selektion; Reaktivität von Atomen, Chemische Bindung; Säuren und Basen						
Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle: Charakterisierung von Makromolekülen (funktionelle Gruppen, Isomeren, Hydrolyse- und Kondensationsreaktionen); Proteine (Aminosäuren, Peptidbindung, Proteinstrukturen, Modifizierung von Proteinen, Proteinfaltung); Kohlenhydrate (Zucker, glykosidische Bindung, Zuckerpolymer, Modifizierung von Zuckern); Lipide (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Triglyceride, Phospholipide); Nucleinsäuren (Nucleotide, DNA-Strukturen, RNA-Aufbau, Formen von RNA)						
Zellen und Zellenergie: Pro- und Eukaryoten; Vielzelligkeit und Zellspezialisierung Strukturmerkmale von Zellen: Mikroskopie; Bestandteile pro- und eukaryotischer Zellen.						
Zellmembranen und ihre Dynamik: Aufbau biologischer Membranen; Erkennung und Adhäsion von Zellen; Energetik lebender Systeme; Membrantransport; Endo- und Exocytose; Membran als Plattformen für Energieumwandlung, chemische Synthesen und Informationsverarbeitung. Zellen als Energie- und Stoffwechselsysteme: Aktivierungsenergie; Arbeitsweise und Regulation von Enzymen; Energieproduktion in Stoffwechselwegen; Energieumwandlung in Chloroplasten und Mitochondrien						
Grundlagen der Genetik: Genexpression bei Pro- und Eukaryoten: Genorganisation; Transkription (Promotoren, RNA- Polymerasen und ihre Hilfsfaktoren); genetische Kode; Translation (Ribosomen, tRNAs, Ablauf der Translation); Transport und post-translationelle Modifizierung von Proteinen. Replikation von DNA: Enzymatische DNA-Synthese; Meselson- Stahl-Experiment; Chemismus der enzymatischen DNA-Synthese; Arbeitsweise von DNA-Polymerasen; Replikationsmechanismus. Führungsstrang + Folgestrang, Strangpolarität, Okazaki- Fragmente, Polymerase-Prozessivität, Klammerprotein, Replisom. Replikationsursprung in Pro- und Eukaryoten. Telomere + Telomerase. Replikationsgenauigkeit: Proofreading. Fehlpaarungsreparatur. Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR). DNA-Sequenzierung. DNA Mutationen: Genotyp, Phänotyp, Selektion. Mutationstypen. Ames-Test. Direkte Reparatur, Basen- und Nucleotid-Exzisionsreparatur, Verknüpfung nicht-homologer Strangenden. Homologe Rekombination: Holliday-Struktur, Spleiß- + Flickerrekombinante. SOS-Antwort + Zellzykluskontrolle. Mobile genetische Elemente: Insertionselement, Transposon, Transposon-Replikation						
Viren + Bakteriophagen: Genomvielfalt, Aufbau, genereller Replikationszyklus, Lyse + Lysogenie, Retrovirus, Transkription + Replikation, Viroid, Prion,						

Mikroorganismen: Bakterien: zellulärer Aufbau, Morphologie, Zellteilung, Wachstumskontrolle, Pathogenität, Virulenzfaktoren, DNA Austausch durch Transduktion, Transformation, Konjugation, F-Plasmid, Resistenzmechanismen. Genregulation: Endprodukthemmung, Lac Operon, Substratinduktion Antibiotika-Wirkung, Agardiffusionstest, Minimale Hemmstoffkonzentration. Antibiotika-Resistenz und -Mechanismen. Resistenzplasmid. Genom, essentielle Gene, Restriktion und Modifikation (Restriktionsenzyme).

Molekularbiologische Methoden: DNA-Sequenzierung, Ames-Test, Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR), DNA Kartierung, DNA Fingerprinting, Southernblot, Rekombinante DNA-Technologie, Rekombinante DNA Technologie: Klonierung, Kartierung, Restriktion und Ligation, cDNA Klonierung, Geninaktivierung. Heterologe Genexpression. Biotechnologie, Pharming

Eukaryotische Genetik: Monogenetische Erkrankungen. Stammzellen (Typen und Konzepte), Mitose, Meiose, Zellzyklus, die Mendelschen Regeln, Zellkommunikation und Signalketten, Apoptose, Krebs-entstehung, Grundlagen des Immunsystems der Säugetiere

Allgemeine Botanik und Zoologie

Besondere Organellen und Strukturen der Pflanzenzelle; Wasserhaushalt der Pflanzen, Ernährung und Verteilung der Nährstoffe in der Pflanze; Gewebe, Organe und Baupläne der Pflanzen; Fortpflanzungszyklen der Pflanzen; Systematik, Anatomie und Fortpflanzung der Angiospermen.

Verwandtschaft und Konvergenz; Unterschiede zwischen Tier und Pflanze; Generationswechsel bei Tieren und Pflanzen; Sporen und Gameten; Bauplan der Schwämme und Hohltiere; Zwitter und Gynander; Keimbahn; Gastrulation und Keimblätter; Taxa und Morphen; Parthenogenese und vegetative Vermehrung; Bauplan der niederen und höheren Würmer; Proto- und Deuterostomier; Bauplan der Arthropoden, Mollusken und Chordaten; Cladistik; Monophylie und Paraphylie.

Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Keine		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)		
Weitere Informationen	Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF		
Literatur	Sadava et al.: Purves Biologie Alberts: Molekularbiologie der Zelle Campbell, Reece: Biologie		

Mathematik I					Stand: 4.6.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
5	150	1 Semester	WiSe	1		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Mathematische Methoden in der Chemie I (MMC1)		V	3	45	60	
Übungen zu MMC1		Ü	1	15	30	30
Modulverantwortlicher	Jun. Prof. Dr. Jan Meisner					
Beteiligte Dozenten	J. Meisner					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B. Sc. Biochemie B. Sc. Chemie				Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Die Studenten sollen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls						
<ul style="list-style-type: none"> • ein Verständnis zu den grundlegenden mathematischen Konzepten besitzen, die im Chemie- und Biochemiestudium benötigt werden. • die Eigenschaften und Rechenregeln von elementaren Funktionen einer Variablen kennen und beherrschen sowie diese Funktionen ableiten und Integrieren können. • die Bedeutung von Ableitung und Integral verstehen und auf Anwendungsbeispiele übertragen können. • Funktionen mehrerer Variablen ableiten und integrieren können. 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der wichtigsten elementaren Rechenregeln • Logarithmen, Exponentialfunktionen • trigonometrische Funktionen und deren Additionstheoreme • kartesische Koordinaten, Vektoren, Skalar- und Vektor-Produkte • Funktion u. Umkehrfunktion • Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen einer Veränderlichen • Taylorreihenentwicklung von Funktionen einer Variablen • Ableitungsregeln, Kurvendiskussion, l'Hospital'sche Regeln • Integration stetiger Funktionen durch partielle Integration, Integration durch Partialbruchzerlegung • Differentialrechnung und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher • Partielle Differentiation, vollständiges Differential, Extrema • Kurvenintegrale, Bereichsintegrale, Volumen- bzw. Dichteintegrale auch in Polarkoordinaten 						
Teilnahmevoraussetzungen	Schulische Grundkenntnisse der Mathematik					
Studienleistungen	Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)		120	100%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 5 von ca. 170 benoteten LP (ca. 3%)					
Weitere Informationen	Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF					
Literatur	Zachmann, H. G.: Mathematik für Chemiker, Wiley-VCH Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 1+2, Enke Verlag					

Mathematik II					Stand: 4.6.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
5	150	1 Semester	WiSe	1		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Mathematische Methoden in der Chemie II (MMC2)		V	3	45	90	250
Übungen zu MMC2		Ü	1	15	60	50
Modulverantwortlicher	Jun. Prof. Dr. Jan Meisner					
Beteiligte Dozenten	J. Meisner					
Sprache	deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B. Sc. Biochemie B. Sc. Chemie				Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Die Studenten sollen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage sein						
<ul style="list-style-type: none"> • die Mathematik zu den physikochemischen und theoretischen Konzepten, die im Biochemie- und Chemiestudium höherer Semester benötigt werden, zu beherrschen • sicher im komplexen Zahlenraum zu rechnen • Matrizen und Determinanten im Zusammenhang mit Gleichungssystemen und Eigenwertproblemen anzuwenden • die Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zu verstehen und anzuwenden • homogene und inhomogene Differentialgleichungen zu erkennen, zu verstehen und zu lösen 						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Zahlen, Eulersche Formel; Gaußsche Zahlenebene, Wurzeln • Das Prinzip der Fourier-Transformation • Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Satz von Bayes, statistische Wahrscheinlichkeit • Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Binomial-/Multinomialverteilung, Poisson-Verteilung, Normalverteilung • Zufallsvariablen, Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Stichprobenumfang, α-Quantile, kleinste Quadrate- und Maximum-Likelihood-Schätzers • Lineare Abbildungen, Matrizenrechnung, Determinantenrechnung • homogene und inhomogene Gleichungssysteme • Eigenwert- und Eigenvektor-Probleme • Homogene und inhomogene Differentialgleichungen erster Ordnung; Separation der Variablen, Variation der Konstanten 						
Teilnahmevoraussetzungen	Die Kenntnis der Inhalte von MMC I wird empfohlen					
Studienleistungen	Schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben.					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)		120	100%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 5 von ca. 180 benoteten LP (ca. 3%)					
Weitere Informationen	Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF					
Literatur	Zachmann, H. G.: Mathematik für Chemiker, Wiley-VCH Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 1+2, Enke Verlag					

Entwicklungsbiologie				Stand: 20.8.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
6	180	1 Semester	SoSe	2		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Entwicklungsbiologie (Bio270)		V	2	30	60	-
Übung zur Bio270		Üb	1	15	15	30
Praktikum Bio270		PExp	2	30	30	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. R. Simon				
Beteiligte Dozenten		R. Simon, Y. Stahl				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Grundprinzipien der Entwicklung bei Pflanzen und Tieren erläutern. - die Signale, die zur Musterbildung, Differenzierung und Morphogenese notwendig sind beschreiben. - die Moleküle, die für Induktionsvorgänge, Zell-Zell-Kommunikation und Zelladhäsion zuständig sind aufzählen, wiedergeben, beschreiben. - einfache Modellsysteme (Drosophila, Huhn, Maus, Arabidopsis) experimentell handhaben - über das Ergebnis ihrer Arbeit mündlich wie schriftlich berichten. 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Historie und Konzepte; Modellsysteme: Wirbeltiere, Wirbellose, Pflanzen; Bauplanfestlegung: Aufbau der Körperachsen, Ursprung u. Spezifizierung der Keimblätter; Musterbildung Vertebraten: Entstehung der Somiten u. Nervensystem; Gastrulation: Zelladhäsion, Zellform u. -Bewegung, Epibolie, Chorda dorsalis; Invertebraten: maternale u. zygotische Gene, Kompartimente u. Segmentpolaritätsgene, Selektor- u. homöotische Gene; Pflanzen: Embryonalentwicklung, Meristeme, Blütenbildung; Morphogenese: Furchung, Blastulabildung, Neuralrohrbildung, gerichtete Ausdehnung; Differenzierung: Plastizität, Vererbung von Genexpressionsmustern, Modellsysteme der Zelldifferenzierung (Muskelzellen, Blutzellen, Neuralleistenzellen, Zelltod); Organogenese: Extremitätenentwicklung, Imaginalscheiben, Komplexauge, Säugerniere; Neurogenese: Spezifizierung von Zellidentitäten, Axonwachstum, Neuronenauslese, Synapsenbildung; Keimzellentwicklung: Oogenese, Spermatogenese; Befruchtung; Geschlechtsbestimmung: Säuger, Drosophila, C. elegans; Regeneration; Evolution; Alterung</p> <p>Übung: Die Inhalte der Vorlesung werden durch Tutorien vertieft</p> <p>Praktikum: Frühe Entwicklungsstadien von Invertebraten (Drosophila), Vertebraten (Huhn und Maus) und Pflanzen (Arabidopsis) werden sowohl an lebenden wie auch fixierten Objekten beobachtet, analysiert und präpariert.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		Keine				
Studienleistungen		Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum				
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung		Keine				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Klausur (Abschlussprüfung)		120	90%	
		Protokolle		-	10%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 6 von ca. 170 benoteten LP (ca. 3%)				
Weitere Informationen		Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF				
Literatur		Wolpert, L.: Principles of Development (3. Auflage Oxford University Press)				

Genetik					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	SoSe	2		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Genetik (Bio250)		V	2	30	90	-
Übungen zu Bio250		Üb	1	15	15	30
Praktikum Bio250		PExp	4	60	30	15
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. T. Klein					
Beteiligte Dozenten	T. Klein, M. von Korff-Schmising, B. Stich					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie				Pflicht	
	B.Sc. Biologie				Pflicht	
	B.Sc. Medizinische Physik				Wahlpflicht	
	B.Sc. Informatik				Wahlpflicht	
B.Sc. Mathematik				Wahlpflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der klassischen Genetik, der molekularen Genetik sowie der Entwicklungs-, Evolutions- und Populationsgenetik wiedergeben; - Methoden der Genetik auf praktische Probleme der Biologie anwenden; - methodische Verfahren zur Untersuchung molekulargenetischer und entwicklungsgenetischer Fragestellungen vorschlagen und anwenden; - Ergebnisse aus Kreuzungs- und Züchtungsexperimenten auswerten und Erklärungsmodelle entwickeln; - grundlegende Methoden der DNA-Diagnostik, Klonierung und Genanalyse erläutern. - die angebrachten experimentellen Techniken (wie DNA-Isolierung, PCR-Amplifikation, Klonierung und Sequenzanalyse) eigenständig durchführen, die Ergebnisse dokumentieren und interpretieren. 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: allgemeine Genetik: Grundlagen der Meiose und Mitose, Chromosomenaufbau, Genstruktur, Segregation und Segregationsanalyse, Kreuzungsexperimente bei Tieren und Pflanzen, Mendelsche Gesetze, phänotypische Plastizität, molekulare und klassische Marker, Hochdurchsatzanalyse von DNA-Sequenzen, Vererbung quantitativer Eigenschaften, Grundlagen der Humangenetik, Erbkrankheiten, Stammbäume, chromosomale Aberrationen Populationsgenetik: Evolution von DNA-Sequenzen und Proteinen (Hardy-Weinberg-Gesetz, Gendrift u.a.), Evolution von Entwicklungsprozessen (Hox-Gene, Geschlechtsdetermination u.a.). Identifizierung und Analyse von Genen: Vom Phänomen zum Gen, vom Gen zum Phänomen: Strategien zur Klonierung von Genen und Charakterisierung der Genfunktion; genetische Entscheidungsprozesse: die Segmentierung bei Insekten am Beispiel von <i>Drosophila melanogaster</i>, Geschlechtsdetermination bei Invertebraten und Vertebraten</p> <p>Übung: Die Übung dient zur Aufarbeitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes.</p> <p>Praktikum: Im Praktikum werden die in der Vorlesung behandelten Themen weiter vertieft:</p> <p>(1) Grundlegende Techniken der Molekularbiologie: Die Studenten lernen in fortlaufenden Experimenten, Human-DNA zu gewinnen, VNTR-Marker über PCR-basierte Methoden zu analysieren und in Populationen zu charakterisieren. Sie führen ein Klonierungsexperiment mit humaner DNA durch und charakterisieren rekombinante Plasmide.</p> <p>(2) Evolutions- und Populationsgenetik: Bioinformatik: Auswertung eines Nukleotid-Sequenzalignments und Ableitung eines Stammbaumes; Hardy-Weinberg-Modell und genetische Polymorphismen beim Menschen;</p>						

<p>Populationsgenetik des ABO-Systems: ABO-Blutgruppenbestimmung durch Speicheluntersuchung (3) Klassische Genetik und Entwicklungsgenetik: Als genetisches Modellsystem dient <i>Drosophila melanogaster</i>. Die Inhalte umfassen folgende Themengebiete: Mitose/Meiose/Aufbau von Chromosomen, Gesetzmässigkeiten der Vererbung (Mendelsche Regeln inkl. Ausnahmen), Methoden der Genkartierung (meiotische Rekombination, Kartierung mittels Defizienzen), genetische Grundlagen der Segmentierung, klonale Analyse, RNA-Interferenz.</p>			
Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	120	90%
	Protokolle	-	10%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 4%)		
Weitere Informationen	www.genetics.hhu.de/unsere-lehre.html Aktuelle Informationen in ILIAS und HIS-LSF.		
Literatur	Janning, W., Knust, E.: <i>Genetik</i>		

Professionalisierung					Stand: 23.6.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer		Turnus	Studiensemester	
5	150	2 Semester		SoSe + WiSe	2 + 3	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Gefahrstoffkunde		V	2	30	45	-
Schlüsselqualifikationen		V	1	15	25	-
Übungen zu Schlüsselqualifikationen		Ü	1	15	20	16
Modulverantwortlicher		Dr. C. Dumpitak				
Beteiligte Dozenten		C. Dumpitak, O. Fahr u.a.				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		BSc Biochemie BSc Chemie (nur Gefahrstoffkunde) BSc Wirtschaftschemie (nur Gefahrstoffkunde) BSc Biologie (nur Schlüsselqualifikationen)			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • besitzen die Sachkunde gem. § 5 ChemVerbotsV und beherrschen die Verhaltensregeln zum sicheren Arbeiten in Laboratorien • erfassen Zusammenhänge zwischen ihren überfachlichen und fachlichen Lernprozessen, ihrer akademischen Professionalisierung, sowie möglichen Berufstätigkeiten. • benennen relevante professionelle Codices und Regelungen, sind sich grundlegender professioneller Verantwortlichkeiten gewahr und setzen sich mit entsprechenden Wertesystemen und -debatten auseinander. • geben den Verlauf empirischer Erkenntnisprozesse wieder und berücksichtigen hierbei relevante wissenschaftstheoretische Kriterien. Hierbei planen und dokumentieren sie einfache wissenschaftliche Versuche eigenständig und sachgerecht. • diskutieren grundlegende Formen graphischer Datenauswertungen, erläutern mögliche Fehler und benennen notwendige Korrekturen. • benennen, unterscheiden, bewerten und nutzen verschiedene Arten von Informationsquellen und relevanten Literatursorten. Sie recherchieren eigenständig und sachgerecht Fachliteratur unter Nutzung relevanter online-Literaturrechercheportale. • arbeiten recherchierte Wissensinhalte selbstständig und sachgerecht auf, erstellen zielgruppengerecht wissenschaftliche Präsentationen und bringen neu erworbenes Fachwissen in wissenschaftliche Diskussionen ein. • benennen und verinnerlichen Regeln konstruktiven Feedbacks und wenden diese an. • verinnerlichen relevante Regeln guter wissenschaftlicher Praxis als ihre professionelle Verantwortung und machen sich die Notwendigkeit eines verantwortlichen professionellen Handelns bewusst. 						
Inhalte						
<p>Gefahrstoffkunde: Rechtliche Vorschriften und toxikologische Aspekte: Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalienverbotsverordnung, Grundbegriffe der Toxikologie, Erste Hilfe im Labor, Gefahrstoffkunde</p> <p>Schlüsselqualifikationen (Vorlesung):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhänge Schlüsselqualifikationen und berufliche Professionalisierung - Wissenschaftstheoretische Grundlagen - Grundlagen wissenschaftlicher Versuchs-/Studienplanung - Wissenschaftliche Forschungsdokumentation - Grundlagen graphischer Datenauswertung - Informations- und (digitale) Medienkompetenz - Grundlagen (wissenschaftlichen) Präsentierens - Grundlagen verantwortungsvollen Handelns und der Ethik in den Lebenswissenschaften <p>Ausbildung, Beruf und Karriere in den Lebenswissenschaften</p> <p>Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung und Reflexion von Vorlesungsinhalten im Rahmen von Übungsaufgaben. - Individuelle grundlegende Erarbeitung bioethisch relevanter Themengebiete und Aufarbeitung zu einer Präsentation. Übung wissenschaftlichen Präsentierens und Diskutierens anhand erarbeiteter Inhalte und Präsentationen. - Gegenseitige Unterstützung der Studierenden untereinander im Kompetenzausbau individueller Präsentationsfertigkeiten unter Anwendung der Methodik konstruktiven Feedbacks. 						

Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an den Übungen		
Zulassungsvoraussetzung zur Abschlussprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Prüfung zur Gefahrstoffkunde	120	unbenotet
	Benotete Schriftliche Prüfung zu Schlüsselqualifikationen	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 5 von ca. 170 benoteten LP (ca. 3 %)		
Weitere Informationen	docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-8478/index.msa		
Literatur	Rechtstexte, H. Hörath: <i>Giftige Stoffe und Zubereitungen</i> ; H.F. Bender: <i>Das Gefahrstoffbuch</i> ; L. Roth, M. Dauderer: <i>Erste Hilfe bei Chemikalienunfällen</i>		

Prinzipien der Organischen Chemie					Stand: 5.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
9	270	1 Semester	SoSe	2		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Prinzipien und Mechanismen der Organischen Chemie (POC)		V	4	60	100	-
POC-Übungen		Üb	2	30	80	30
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. T.J.J. Müller					
Beteiligte Dozenten	C. Czekelius, T.J.J. Müller, Dozenten der Organischen Chemie					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie			Pflicht		
	B. Sc. Chemie					
B.Sc. Wirtschaftschemie						
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der Organischen Chemie wiedergeben. • die Grundprinzipien der Strukturlehre, der Stereochemie und der Nomenklatur anwenden. • grundlegende Substanzklassen bezeichnen. • funktionelle Gruppen identifizieren und ihnen grundlegende Eigenschaften und Reaktionsmöglichkeiten zuordnen. • Mechanismen grundlegender Reaktionen formulieren und anwenden. 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Bindungsverhältnisse, Strukturen, Stereochemie, Nomenklatur, Funktionelle Gruppen und Stoffklassen, grundlegende Reaktionstypen (Autoxidation, S_{Rad}, S_N1, S_N2, Additionen an olefinische C=C-Bindungen, β-Eliminierungen, S_E-Ar, Carbonylchemie, Redox-Reaktionen), bedeutende Industrieverfahren.</p> <p>Übungen: Bearbeitung von Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Keine					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Übungen und schriftliche Bearbeitung von Übungsaufgaben					
Prüfung und Bewertung	Ohne Abschlussprüfung; unbenotet					
Stellenwert für Gesamtnote	Keiner					
Literatur	<p>K. P. C. Vollhardt, / N. E. Schore, Organische Chemie N. E. Schore, Arbeitsbuch Organische Chemie J. McMurry, Organic Chemistry S. McMurry, Study Guide and Solutions Manual for McMurry's. K. Schwetlick, Organikum</p>					

Praktikum der Organischen Chemie					Stand: 5.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	WiSe	3		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Grundlagen der präparativen organischen Chemie		Sem	2	30	20	30
Organisch-Chemisches Grundpraktikum (OC-P)		PExp	10	150	40	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. T.J.J.- Müller				
Beteiligte Dozenten		C. Czekelius, T.J.J. Müller, S. Beutner				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • sachgerecht mit chemischen Gefahrstoffen umgehen. • die gebräuchlichsten Methoden zur Isolierung und Identifizierung organischer Syntheseprodukte anwenden. • die theoretischen Hintergründe zu den Praktikumsexperimenten erläutern. • die erworbenen Grundkenntnisse nutzen um elementare Zusammenhänge bei Naturstoffen zu verstehen. 						
Inhalte						
<p>Praktikum: Destillation, Extraktion, Umkristallisation, Chromatographie; Ausgewählte Synthesen bei denen elementare Arbeitstechniken zum Einsatz kommen und die nach grundlegenden Reaktionsmechanismen ablaufen.</p> <p>Seminar: Vorträge über die Praktikumsexperimente und Diskussion von Übungsaufgaben aus dem Bereich der Naturstoffklassen Isoprenoide, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Peptide und Proteine sowie Nucleinsäuren</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		Verständnis der grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte und sicheres Arbeiten im chemischen Laboratorium (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss der Module Allgemeine und Anorganische Chemie und Praktikum der Allgemeinen und Anorganischen Chemie)				
Studienleistungen		Erstellen von Versuchsprotokollen; erfolgreiche Bearbeitung experimenteller Aufgaben; aktive Teilnahme an den Seminarveranstaltungen				
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung		Abschluss aller Praktikumsleistungen				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
		Klausur (Abschlussprüfung)	120	100%		
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 17 von ca. 170 benoteten LP (ca. 10%)				
Weitere Informationen		www.orgchemie.hhu.de				
Literatur		Becker, Berger, Domschke u. a., Organikum Hünig; Kreitmeier, Märkl; Sauer, Arbeitsmethoden in der organischen Chemie Vollhardt, Schore, <i>Organische Chemie</i> Skriptum zum Praktikum				

Mikrobiologie				Stand: 20.7.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
9	270	1 Semester	WiSe	3.		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Mikrobiologie (Bio240)		V	3	45	110	
Übungen zu Bio240		Üb	1	15	20	30
Praktikum Bio240		PExp	3	45	35	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. M. Feldbrügge				
Beteiligte Dozenten		M. Feldbrügge, J. Hegemann, K.-E. Jaeger, U. Fleig, J. Frunzke, I. Axmann				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Die Studierenden können die grundlegenden Eigenschaften von Mikroorganismen beschreiben. Die Studierenden erwerben das Basiswissen zu Struktur, Taxonomie, Genetik und Stoffwechsel von Bakterien, Pilzen und Viren. Die Studierenden verstehen grundlegende Techniken zur Kultivierung und Phänotypbestimmung von Mikroorganismen soweit, sie in Experimenten anzuwenden.						
Inhalte						
<u>Vorlesung:</u> Bakterien: Bau, Gramfärbung, Form und Beweglichkeit; Gruppenbeschreibung; Transformation; Konjugation (Plasmide; F-Duktion); Transduktion; Restriktion und Modifikation; Genklonierung, Gentechnologie. Mutationen, Ames-Test. Regulation der Genfunktion bei Mikroorganismen. Viren und Bakteriophagen; Entdeckung, genereller Infektionszyklus; Lyse und Lysogenie; Aufbau; helikale und icosahedrale Kapsidsymmetrie; Genomvielfalt; pathogene Vielfalt; Klassifikation; Replikationsmechanismen; Infektionszyklen von RNA- und DNA-Viren; Retroviren; antivirale Wirkstoffe; Entstehung und Funktion von Onkoviren. Retrotransposons Ty, Copia, LINES; Verbreitung. Transponierbare Elemente: Insertionselemente, Transposons Klasse I und II. Konservative und replikative Transposition. Viroid; Replikation. Prion; Replikationsmodell. Mikrobiom des Menschen; Mundflora; Darmflora; Biofilm. Mikrobielle Pathogene: Virulenz; Adhärenz; Adhäsionsfaktoren; Virulenzfaktoren; Pathogenitätsinseln; Endotoxine; Exotoxine; A-B-Toxin. Eukaryotische Mikroorganismen/Protisten: Zell-Aufbau, Taxonomie, Flechten, Eigenschaften von Protozoen, Algen, Pilzen; Lebenszyklen; sexuelle + asexuelle Lebensformen; Lebenszyklus Modell-Hefen: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> und <i>Schizosaccharomyces pombe</i> . Mikrobieller Stoffwechsel: Bioenergetik, Freie Energie, Aktivierungsenergie, Enzyme, Redoxreaktionen, Glykolyse, Energiereiche Bindungen, Substratkettenphosphorylierung, Fermentationsprodukte, Atmungskette, Oxidative Phosphorylierung, Protonenmotorische Kraft, reverser Zitronensäurezyklus, Phototropie, Pigmente, Carotinoide, Anoxygene Photosynthese, Lithotropie, Chemo-Organotrophie, Anaerobe Atmung, Carboxysomen, Schwefeloxidation, Eisenoxidation, Bio-Schürfen, Gärungstypen, Alkoholische Gärung, Buttersäure-Gärung, Milchsäuregärung, fermentierte Lebensmittel, C-Metabolismus, N-Metabolismus, Anammox, Ammonifizierung, Mikrobielle Ökologie, Syntrophie, Nitratreduktion, Denitrifizierung, Stickstofffixierung, Acetogenese, Methanogenese, Antibiotika, Wirkungsweise, Wirkungsspektrum, Penicilline, Resistenzen, Regulation, Allosterische Regulation, Repressoren, Aktivatoren, cAMP, Operon, Stringente Antwort, Quorum Sensing, Attenuation, Riboschalter, Signaltransduktion. <u>Praktikum:</u> Morphologie und Physiologie von Prokaryoten: Mikroskopische Beobachtung von Bakterien durch Gramfärbung, Sporenfärbung und Kapsel-färbung, Identifizierung von Bakterien durch Nachweis von Stoffwechseleinstellungen, z. B. Zuckerverwertung, Urease, Indolbildung, Miniaturisierung der „Bunten Reihe“. Wachstum und Vermehrung; Wachstumskurve einer Hefekultur, Zählkammer; Optische Dichte, Trübungsmessung; Lebendzellzahl durch Ausplattieren. Konjugation bei Prokaryoten, Horizontaler Gentransfer, konjugative Plasmide, Typ-IV- Sekretionssystem, Hfr-Stämme, Erstellen einer Genkarte des <i>E.</i>						

coli Chromosoms, Morphologie und Physiologie von Pilzen: Bedeutung als Nahrungsmittel, Biotechnologie und Medikamente, Modellsysteme, Wachstumsformen, Hefe, filamentöse Pilze, allgemeiner Lebenszyklus, Phylogenie, Zygomyceten, Glomeromyzeten, Ascomyceten, Basidiomyzeten, Zygosporangien, Perithetien, asexuelle Fruchtkörper, Konidien, Ascus, Pheromonantwort, Lebenszyklus von *S. cerevisiae* und *U. maydis*, Paarungspheromone, Paarungstest, Filamentbildung, Konjugations-hyphen; Isolierung und Charakterisierung von Nukleinsäuren aus Bakterien, Erstellung von Plasmidkarten: Restriktionsenzyme, Agarosegelelektrophorese. Maltase in Hefe, zellfreier Extrakt, spezifische Maltase-Aktivität, Hilfssubstrat, Extinktionsmessung, Proteinbestimmung mit Mikrobiuret-Methode, Regulation der Genexpression: Induktion, Katabolitrepression, Hefepromotor, Transkriptionsfaktoren, RNA-Polymerase II.

Teilnahmevoraussetzungen	Kenntnisse des Moduls „Allgemeine Biologie“ empfohlen		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)		
Weitere Informationen	www.mikrobiologie.hhu.de/lehre.html		
Literatur	Madigon, Martinko: <i>Brock Mikrobiologie</i> (Pearson)		

Physik					Stand: 12.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
6	180	1 Semester	WiSe	3.		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Physik für Chemiker, Biochemiker und Wirtschaftschemiker		V	3	45	60	-
Physikalisches Praktikum		PExp	3	45	30	20
Modulverantwortliche	Dr. F. Platten, Dr. Götz Lehmann					
Beteiligte Dozenten	F. Platten, G. Lehmann					
Sprache	deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie			Pflicht		
	B.Sc. Chemie			Pflicht		
	B.Sc. Wirtschaftschemie (ohne Praktikum)			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Konzepte der klassischen Physik und ihre modernen Anwendungen verstehen sowie ihre Bedeutung für die Naturwissenschaften einschätzen • physikalische Phänomene beschreiben und Naturgesetze mathematisch formulieren und einfache physikalische Probleme lösen • grundlegende physikalische Phänomene deuten, einfache physikalische Experimente durchführen und diese rechnerisch auswerten. 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Einführung: Physik als experimentelle und exakte Naturwissenschaft; der mathematische Werkzeugkasten; physikalische Größen: Angabe physikalischer Größen, Messung und Messfehler; Mechanik: Kinematik: Längen- und Zeitmessung, der Massenpunkt, Bewegung in einer Raumrichtung, Überlagerung von Bewegungen im Raum; Dynamik: Kraft und Masse, statisches Gleichgewicht und Stabilität, die Newton-Gesetze und ihre Anwendungen (Reibung, Kreisbewegung, Gravitation); Energie- und Impulserhaltung: Arbeit und Leistung, Energie und Energieerhaltung, Stöße und Impulserhaltung; Schwingungen: harmonische, gedämpfte und erzwungene Schwingungen; Optik: Licht: Lichtwellen und Lichtstrahlen, Lichtgeschwindigkeit; Geometrische Optik: Fermat-Prinzip, Reflexion und Brechung, optische Abbildung, optische Instrumente (Lupe, Fernrohr und Mikroskop), Abbildungsfehler; Wellenoptik: Interferenz, Beugung, Polarisation; Elektrizität und Magnetismus: Elektrizität: elektrische Ladung und elektrisches Feld, elektrisches Potenzial, Dipol und Kondensator, Materie im elektrischen Feld, elektrischer Strom und Stromkreise; Magnetismus: Magnete und Magnetfelder, Kräfte auf bewegte Ladungen, Anwendungen (Wien-Filter, Hall-Effekt, Massenspektrometer), Erzeugung von Magnetfeldern, Materie im Magnetfeld; Elektromagnetismus: elektromagnetische Induktion und ihre Anwendungen, Stromkreise mit variierendem Strom (RC- und RL-Kreis, Wechselstromgrößen, Schwingkreis, Transformator), Hertz-Dipol und elektromagnetische Strahlung</p> <p>Praktikum: Fehlerrechnung und Statistik: Auswertung statistisch verteilter Messgrößen. Mechanik: Ausflussviskosimeter, Federwaage, Federpendel, Schall, Bestimmung der Wellenlänge durch Phasenvergleich, Amplitudenverteilung einer stehenden Welle, Bestimmung des Elastizitätsmoduls im Biegeversuch. Elektrizitätslehre: Kennlinien elektrischer Leiter, Potentiometerschaltung, Wheatstonesche Brückenschaltung, Wechselstromwiderstände bei der Serienschaltung von R, L und C, R-C-Kombination als Hoch- und Tiefpass, Versuche mit dem Oszillographen. Optik: Brennweite dünner Linsen, sphärische und chromatische Abberation, Polarimeter, Malussches Gesetz, Saccharimetrie, Beugung und Interferenz am Gitter, Aufbau eines Mikroskopmodells. Ionisierende Strahlung: Nachweis und Schwächung von Röntgenstrahlung.</p>						

Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an den Vorlesungen/am Praktikum		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	90	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 6 von ca. 170 benoteten LP (ca. 4%)		
Weitere Informationen	Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF und unter http://www.gpphy.uni-duesseldorf.de/		
Literatur	Anerkannte Lehrbücher zur Physik für Naturwissenschaftler z.B. Tipler/Mosca, Giancoli, Halliday Dieter Geschke (Hrsg.), „Physikalisches Praktikum“, Verlag: Teubner; ISBN 3815430186 H.J. Eichler, H.D. Kronfeldt, J. Sahn: „Das Neue Physikalische Grundpraktikum“ Verlag: Springer; ISBN 3-540-63109-7		

Tierphysiologie					Stand: 5.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	WiSe	3		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie (Bio220)		V	3	45	105	-
Übung Tierphysiologie		Ü	1	15	15	30
Praktikum Bio220		PExp	2	30	30	15
Modulverantwortliche		Prof. E. Lammert				
Beteiligte Dozenten		Prof. Dr. E. Lammert und Mitarbeiter, Prof. Dr. C. R. Rose und Mitarbeiter				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie B.Sc. Mathematik B.Sc. Informatik			Pflicht Pflicht Wahlpflicht Wahlpflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Lernergebnisse/Kompetenzen						
<p>Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte und Mechanismen der Organfunktionen des Vertebratenkörpers auf zellulärer sowie Organebene beschreiben und vergleichend gegenüberstellen. Sie können diese grundlegenden Konzepte auf andere Systeme übertragen und im Hinblick auf gemeinsame Prinzipien sowie wesentliche Unterschiede beurteilen. Die Studierenden können unter Anleitung grundlegende Experimente zur Organphysiologie durchführen und die erhaltenen Ergebnisse auswerten und bewerten.</p>						
Inhalte						
<p>Vorlesung Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie: Darstellung der Organfunktion mit Schwerpunkt Mammalia in den Bereichen der vegetativen Physiologie (u.a. Niere, Pankreas, Magen-Darm-Trakt, Lunge, Herzkreislaufsystem) und der Neurophysiologie (Nervensystem, Muskelfunktion, Herzfunktion)</p> <p>Übung Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie: Übungen zur Anwendung der Nernst-Gleichung, begleitende Übungen zum Inhalt der Vorlesung und des Praktikums. Übungen zur Anwendung des Wissens über die Physiologie der Organe</p> <p>Praktikum Neurobiologie: Versuche zur Somatosensorik: Temperatursinn, Geschmacksperezeption, Mechanorezeptoren der Haut. Computersimulationen: passive Membraneigenschaften, Ruhemembranpotential, spannungsabhängige Ionenkanäle, Aktionspotential. Bioelektrische Kontrolle der Cilienbewegung (Paramecium): Kontrolle der Schlagrichtung. Calcium-Abhängigkeit.</p> <p>Praktikum Stoffwechselphysiologie: Versuche zur Atmung: Messung des Sauerstoffverbrauches eines Tieres, Anwendung der allgemeinen Gasgleichung und des Massenwirkungsgesetzes sowie Bestimmung der Mittelwerte und Standardabweichungen. Versuche zur Ernährung und Verdauung: Bestimmung des pH-Optimums von Pepsin und Trypsin, quantitative Bestimmung der Wirkung von Kalzium und Gallensäure auf die Aktivität der Pankreas-Lipase. Versuch zum Energiestoffwechsel: Nachweis der Bildung von Reduktionsäquivalenten durch Mitochondrien.</p>						

Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Übungen und Praktikum; Vorlage von Praktikumsprotokollen, die den Anforderungen einer wissenschaftlichen Dokumentation entsprechen		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)		
Weitere Informationen	https://www.stoffwechsel.hhu.de/lehre http://www.neurobiologie.hhu.de/unsere-lehre/biomodul-220.html		
Literatur	Schmidt RF, Lang F: Physiologie des Menschen (Springer Verlag) Moyes CD, Schulte PM: Tierphysiologie (Pearson Studium))		

Biochemie I				Stand: 13.7.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus		Studiensemester	
9	270	2 Semester	WiSe/SoSe		3 und 4	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Allgemeine Biochemie		V	1	15	30	
Stoffwechsel		V	2	30	65	
Methoden der Proteinbiochemie		S/Üb	2	30	25	50
Isolierung und Charakt. von Proteinen		PExp	3	45	30	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. L. Schmitt				
Beteiligte Dozenten		A. Kedrov, L. Schmitt, V. Urlacher, U. Schulte				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden:						
<ul style="list-style-type: none"> - den Aufbau von Proteinen, Nukleotiden und Lipiden beschreiben. - die wichtigsten katabolen und anabolen Stoffwechselwege und ihre Zusammenhänge darstellen. - den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion von Proteinen analysieren. - die kinetischen Parameter von Enzymen ermitteln und vergleichen. - Standardverfahren zur Isolierung und Charakterisierung von Proteinen anwenden 						
Inhalte						
Allgemeine Biochemie: Struktur von Proteinen, Struktur-Funktionsbeziehung ausgesuchter Proteine, Theorie und Praxis der Enzymkatalyse						
Stoffwechsel: Glykolyse und Gärung, Pyruvat-Dehydrogenase, Vitamine und prosthetische Gruppen, Citratzyklus, Glyoxylatzyklus, Zellkompartimentierung, Membranaufbau, Oxidative Phosphorylierung, Quantitative Bioenergetik, Pentosephosphatweg, Photosynthese, Gluconeogenese, Glykogenstoffwechsel, Fettstoffwechsel, metabolische Regulationen kataboler und anaboler Wege, Harnstoffzyklus, Stickstoffkreislauf, Isoprenoid- und Cholesterinsynthese, Aminosäure- und Nukleotidstoffwechsel.						
Methoden der Proteinbiochemie: Auswertung quantitativer Analysen, Darstellung von Proteinstrukturen, Berechnung des IEP, Methoden der Isolierung und Charakterisierung von Proteinen, Aufschluss, Zentrifugation, Chromatographie, Quantifizierung, Größenbestimmung, Sequenzierung, Spektroskopie						
Praktikum: Enzymkinetik; Proteinisolierung einschl. Zentrifugation, UV-VIS Spektroskopie, Proteinbestimmung, Aktivitätstest, Elektrophorese und Flüssigkeitschromatographie; Isoelektrofokussierung; Edman-Abbau						
Teilnahmevoraussetzungen		Verständnis der grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte und sicheres Arbeiten im chemischen Laboratorium (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss der Module Allgemeine und Anorganische Chemie und Praktikum der Allgemeinen und Anorganischen Chemie)				
Studienleistungen		Bearbeitung der Übungsaufgaben, regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum; Präsentation eines Themas zur Vorlesung „Stoffwechsel“				
Zulassungsvoraussetzung zur Abschlussprüfung		Erfüllung der Studienleistungen				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Praktikumsberichte		-	10%	
		Abschlusskolloq. Praktikum		120 (Gruppe)	10%	
		Klausur (Abschlussprüfung)		120	80%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)				
Weitere Informationen		www.biochemistry1.hhu.de/lehre.html ; aktuelle Hinweise in ILIAS und HIS-LSF				
Literatur		Berg, Tymoczko: <i>Stryer Biochemie</i> Nelson, Cox: <i>Lehninger Biochemie</i> Lottspeich, Engels: <i>Bioanalytik</i>				

Vom Atom zur kondensierten Materie					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	SoSe	4		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Vom Atom zur kondensierten Materie (AdM)		V	3	45	60	
Übungen zu AdM		Ü	1	15	20	30
Praktikum AdM		PExp	4	60	40	15
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. C. Seidel					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der physikalischen Chemie					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B. Sc. Biochemie			Pflicht		
	B. Sc. Chemie					
B. Sc. Wirtschaftschemie						
Lernziele und Kompetenzen						
Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls						
<ul style="list-style-type: none"> die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Spektroskopie wiedergeben. die erarbeiteten physikalischen Konzepte auf Probleme in der Chemie anwenden. 						
Inhalte						
Vorlesung und Übungen: <ul style="list-style-type: none"> Motivation und historische Einleitung: Entdeckung der Elementarteilchen, Bestimmung von q/m und der Elementarladung, Anschauung zu Atomkern und Elektronenhülle. Teilchen- und Wellennatur von Materie und elektromagnetischer Strahlung: Compton-Effekt, photoelektrischer Effekt, Impuls von Lichtquanten, Lichtbeugung, De-Broglie-Beziehung, Elektronenbeugung an Kristallen, Beugung am Einfachspalt, Heisenbergsche Unschärferelation. Schrödinger-Gleichung: Teilchen im Potentialkasten, der Tunneleffekt harmonischer und an-harmonischer Oszillator, interne Rotation und starrer Rotator, Art und Zahl der Freiheitsgrade. Wasserstoffatom mit empirischer Beschreibung, Bohr'sches Atommodell und quantenmechanische Behandlung. Aufbau des Periodensystems und Atomspektren: Elektronenspin und Pauli Prinzip, Termsymbole, der Grundzustand von Atomen. Intra- und intermolekulare Bindungen: Kovalente Bindung, H_2^+, Born-Oppenheimer Näherung, Hückelmodell, chemische Struktur von Molekülen, Hybridisierung und Bindungswinkel, Ionische und Metallische Bindung, Van der Waals-Bindung, reales Gases, Wasserstoffbrückenbindung, Flüssigkeit, Übergang zum Festkörper. Spektroskopie: Wechselwirkung von Materie mit elektromagnetischer Strahlung: permanentes Dipolmoment, Polarisierbarkeit. Nicht-resonante Anregung: der Raman-Effekt. Bohr'sche Frequenzbedingung. Übergangswahrscheinlichkeiten. Rotations-, Schwingungs- und elektronische Übergänge, das Franck-Condon-Prinzip. Verbotene Übergänge, Chromophore. Praktikum: Simulation von Gesetzen mit Excel, experimentelle Übungen zu UV-Spektren und pK-Werten; Atom-Absorptionsspektroskopie, IR- und Raman-Spektroskopie						
Teilnahmevoraussetzungen	Beherrschung mathematischer Grundlagen für die theoretische Bearbeitung von chemischen und physikalisch-chemischen Fragenstellungen (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls Mathematik I oder II)					
Studienleistungen	Aktive und regelmäßige Teilnahme sowohl an den Übungen zur Vorlesung als auch am Praktikum; mündliches Kolloquium zu den Experimenten; Seminarvortrag; Anfertigung von Protokollen					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)		90	100%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)					
Weitere Informationen	http://www.chemie.hhu.de/institute-und-lehrstuehle/institute/physikalische-chemie.html					

Literatur	P.W. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i> ; G. Wedler: <i>Lehrbuch der Physikalischen Chemie</i> ; W.J. Moore, D.O. Hummel: <i>Physikalische Chemie</i> ; G.M. Barrow, G.W. Herzog: <i>Physikalische Chemie I-III</i> ; Vieweg, H. Kuhn, H.-D. Försterling: <i>Principles of Physical Chemistry</i>
------------------	--

Thermodynamik und Kinetik					Stand: 30.07.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
7	210	1 Semester	SoSe	4		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Thermodynamik und chemische Kinetik (TuK)		V	3	45	60	
Übungen zu TuK		Ü	1	15	15	30
Praktikum TuK		PExp	3	45	30	15
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. M. Karg					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der physikalischen Chemie					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B. Sc. Biochemie			Pflicht		
	B. Sc. Chemie					
B. Sc. Wirtschaftschemie						
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Studierende können nach erfolgreichem Abschluss des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physikalischen Chemie im Bereich der Thermodynamik wiedergeben. die erarbeiteten physikalischen Konzepte auf Probleme in der Chemie anwenden. thermodynamische Kenngrößen errechnen und die Zusammenhänge bei Phasenübergängen von Stoffen verstehen. 						
Inhalte						
<p>Vorlesung und Übungen: Grundlagen der Thermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> Rekapitulation chemische Gleichgewichte, Massenwirkungsgesetz. Bezug zwischen kinetischen und thermodynamischer Definition. Die drei Hauptsätze der Thermodynamik: Zustandsfunktionen (innere Energie, Enthalpie, Entropie, freie Energie/Enthalpie), Arbeit, Wärme, Kreisprozesse, Wirkungsgrad. Chemische Reaktionsthermodynamik, Standardreaktionsenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Satz von Hess. <p>Phasenübergänge und Mischphasenthermodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vom idealen zum realen Gas, kinetische Gastheorie, van der Waals Gleichung, kritischer Punkt, Lennard-Jones Potential, Joule-Thompson Effekt. Reinstoffphasengleichgewichte, Zustandsdiagramme, Phasenübergänge, Klassifikation nach Ehrenfest, Gibbs'sche Phasenregel, Anomalie des Wassers. Chemisches Potential, Aktivitäten. Henry- und Raoult'sches Gesetz. Kolligative Eigenschaften, Gefrierpunktserniedrigung, Siedepunkterhöhung, osmotischer Druck, Destillation. <p>Praktikum: Simulation von Gesetzen mit Excel, experimentelle Übungen zu Kinetik der Hydrolyse von Malachitgrün, Temperaturabhängigkeit der Molwärme, Lösungsenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Dissoziationskonstante..</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Beherrschung mathematischer Grundlagen für die theoretische Bearbeitung von chemischen und physikalisch-chemischen Fragenstellungen (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls Mathematik I oder II)					
Studienleistungen	Aktive und regelmäßige Teilnahme sowohl an den Übungen zur Vorlesung als auch am Praktikum; mündliches Kolloquium zu den Experimenten; Seminarvortrag; Anfertigung von Protokollen					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)		60	100%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 7 von ca. 170 benoteten LP (ca. 4%)					

Weitere Informationen	Aktuelle Informationen finden Sie auf ILIAS und im HIS-LSF und unter http://www.chemie.hhu.de/institute-und-lehrstuehle/institute/physikalische-chemie.html
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • P. W. Atkins, Julio de Paula, Physikalische Chemie. Wiley-VCH, Weinheim, 5. Auflage, 2013. • P.W. Atkins, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press • G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie. Wiley-VCH Weinheim, 6. Auflage, 2012. • W.J. Moore, D.O. Hummel, Physikalische Chemie, W. de Gryter • G.M. Barrow, G.W. Herzog, Physikalische Chemie I-III, Vieweg • H. Kuhn, H.-D. Försterling, Principles of Physical Chemistry, Wiley.

Physiologie und Biochemie der Pflanzen					Stand: 1.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	SoSe	4		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Pflanzenphysiologie (Bio280)		V	2	30	60	
Pflanzenphysiologie für Biochemiker		PExp	3	45	75	24
Pflanzenphysiologie für Biochemiker		Üb	1	15	15	24
Modulverantwortliche		Prof. G. Groth				
Beteiligte Dozenten		G. Groth, P. Jahns, W. Martin, M. Pauly, A. Weber				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Die Studierenden können die physiologischen und biochemischen Grundlagen der Funktion von Pflanzen (Grundlagen der Licht- und Dunkelreaktionen der Photosynthese, des Wasser- und Stofftransport sowie Grundlagen der pflanzlichen Entwicklungsbiologie und der Interaktion von Pflanzen mit der belebten und unbelebten Umwelt) im Detail wiedergeben. Die Studierenden sind in der Lage, die Umsetzung von CO₂, Wasser und Mineralien in organische Konstituenten von Pflanzen darzustellen, bioorganische Verbindungen zu klassifizieren und die Struktur pflanzlicher Zellen, Gewebe und Organe mit deren Funktion zu verbinden.</p> <p>Die Studierenden können unter Anleitung grundlegende Experimente der Pflanzenphysiologie durchführen, die erhaltenen Ergebnisse in einem Protokoll dokumentieren, auswerten und in einen Gesamtkontext einordnen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage zu einem vorgegebenen Thema eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.</p>						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Die Vorlesung behandelt den Stofftransport in Pflanzen, Licht- und Dunkelreaktionen der Photosynthese in C₃- und C₄-Pflanzen, die Grundzüge der Interaktion von Pflanzen mit der Umwelt sowie die Chemoregulation des pflanzlichen Organismus. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: Pflanzliche Zellen (Aufbau, Struktur, Charakteristika), Pflanzliche Zellwände (Struktur, Biogenese, Expansion), Wasserhaushalt in Pflanzen (Aufnahme, Abgabe, Transport), Transport von anorganischen Stoffen, Transport von organischen Molekülen, Photosynthese (Lichtreaktionen, Kohlenstoffassimilation in C₃-, C₄- und CAM-Pflanzen), Lichtwahrnehmung in Pflanzen, Photosensoren und Photomorphogenese (Phytochrome, Cryptochrome und Phototropine), Chemoregulation des pflanzlichen Organismus (Hormone und Hormonwirkungen), Stickstoff-, Schwefel, Phosphat-Assimilation, Sekundärmetabolite und Abwehrreaktionen sowie Stress und Stressresistenz.</p> <p>Praktikum: Das Praktikum vertieft die Inhalte der Vorlesung an Hand ausgewählter Versuche und befasst sich mit folgenden Themen: Statistische Grundlagen zur Messgenauigkeit, Pipettierfehler, Transpiration und Guttation, Cuticuläre und stomatäre Transpiration, Lage und Funktion von Hydathoden, Regulation des Spaltöffnungsapparats, Triebkraft der Wasserabscheidung, Grundbegriffe der Photometrie, Lambert-Beer'sches Gesetz, Bestimmung von Extinktionskoeffizienten, Abhängigkeit der Extinktion vom pH-Wert, Atmung, alkoholische Gärung, Temperaturabhängigkeit von enzymatischen und physiologischen Prozessen, Q₁₀- Wert, Osmose, Bau des Osmometers, semi-permeable Membran, Pfeffer'sche Zelle, Grundlagen der Enzymologie: Michaelis-Menten-Gleichung, Maximalgeschwindigkeit, Michaeliskonstante, Spezifität, spezifische Aktivität, optischer Test, Prinzip der Elektrophorese, Aufbau und Eigenschaften von Proteinen, Proteinfällung, Funktionelle Gruppen von Aminosäuren, Isoelektrischer Punkt, Prinzipien der Proteinbestimmung, Struktur und Funktion photosynthetischer Pigmente, Herstellen einer Pigmentlösung, Absorptionsspektrum der Photosynthesepigmente, Dünnschichtchromatographische Trennung von Pflanzenpigmenten, Bestimmung der Assimilationsintensität von Wasserpflanzen durch Titration des im Wasser gelösten Sauerstoffs nach Winkler, Bestimmung von Sauerstoff, apparente und totale Photosyntheserate, Hill Reaktion, photosynthetischer Elektronentransport und Photophosphorylierung, Hemmung des Elektronentransports.</p>						

Teilnahmevoraussetzungen	Keine		
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum; Anfertigung wissenschaftlicher Praktikumsberichte; Seminarvortrag		
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Keine		
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote
	Klausur (Abschlussprüfung)	120	100%
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 7 von ca. 170 benoteten LP (ca. 4%)		
Weitere Informationen	www.biochemplant.hhu.de/unsere-lehre		
Literatur	Taiz, Zeiger: <i>Plant Physiology</i> (Fourth Edition, Sinauer Associates)		

Biochemie II				Stand: 13.7.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
9	270	6 Wochen	WiSe	5		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Biochemie der Zelle		V	3	45	100	
Membranen, Nukleinsäuren, Antikörper		S	1	15	20	50
Membranen, Nukleinsäuren, Antikörper		PExp	4	45	45	15
Modulverantwortliche		Prof. Dr. L. Schmitt				
Beteiligte Dozenten		L. Schmitt, U. Schulte				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Nach Abschluss des Moduls können Studierende						
<ul style="list-style-type: none"> - biochemische Vorgänge der Genexpression und Proteinsynthese beschreiben - die Grundlagen von Signalwegen und des Immunsystem wiedergeben - grundlegende Techniken zur Analyse, Rekombination und heterologen Expression von DNA anwenden. - Sequenzen in Datenbanken suchen und vorhandene Genstrukturen erkennen - gesetzliche Vorgaben aus dem Gentechnikrecht und dem Strahlenschutz verstehen 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: DNA-Struktur und -Replikation, DNA-Mutation und Reparatur, Wirkung und Anwendung ionisierender Strahlen, RNA-Struktur, Transkription, genetischer Code, Proteinsynthese, Proteinversand und -modifikation, Abbau von Proteinen, Grundoperationen der Gentechnik, Genomanalyse, molekulare Evolution, Kontrolle der Genexpression, Signalübertragung, Sehen, Riechen, Schmecken, Hormone, humorale Immunantwort, monoklonale Antikörper, Immuntests, zelluläre Immunantwort, Cytoskelett und Bewegung</p> <p>Membranen, Nukleinsäuren und Antikörper: Extraktion und Analyse von Membranlipiden, Aufbau und Nachweis eines Membranpotentials, Bestimmung der Primärstruktur von Proteinen mit Hilfe N-terminaler Sequenzen und Datenbanken, Expression des Quallen-Gens für das grün fluoreszierende Protein in <i>E. coli</i>, ELISA</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		Verständnis der grundlegenden allgemein-chemischen Konzepte und sicheres Arbeiten im chemischen Laboratorium (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss der Module Allgemeine und Anorganische Chemie und Praktikum der Allgemeinen und Anorganischen Chemie)				
Studienleistungen		regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum				
Zulassungsvoraussetzung zur Abschlussprüfung		Erfüllung der Studienleistungen				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Praktikumsberichte		-	10%	
		Abschlusskolloq. Praktikum		120 (Gruppe)	10%	
		Klausur (Abschlussprüfung)		120	80%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)				
Weitere Informationen		www.biochemistry1.hhu.de/lehre.html				
Literatur		Berg, Tymoczko: <i>Stryer Biochemie</i> Nelson, Cox: <i>Lehninger Biochemie</i> Iberts et al: <i>Molekularbiologie der Zelle</i> Lottspeich, Engels: <i>Bioanalytik</i>				

Grundlagen der Enzymtechnologie (ET1)					Stand: 7.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	8 Wochen	WiSe	5		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Grundlagen der Bioorganischen Chemie		V	2	30	50	
Grundl. der molekularen Enzymtechnologie		V	2	30	50	
Analytik bioorganischer Moleküle		S	2	30	50	50
Modulverantwortliche	Prof. Dr. K.-E. Jaeger, Prof. Dr. J. Pietruszka					
Beteiligte Dozierende	K.-E. Jaeger, U. Krauss, J. Pietruszka, T. Classen, S. Meyer zu Berstenhorst					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie				Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - grundlegende, allgemein-chemische Konzepte der Stereochemie anwenden - Enantiomerenanalytik und stereoselektive Synthese sachrichtig anzuwenden - biotechnologisch relevante Mikroorganismen und grundlegende biotechnologische Konzepte und Techniken beschreiben und auf neue Problemstellungen zu übertragen. 						
Inhalte						
<p>Enzymtechnologie: Biotechnologisch relevante Mikroorganismen: Morphologie und Physiologie, Wachstum, Anzuchtmethoden, Mechanismen der Stoffaufnahme und Abgabe; Stoffwechselprozesse, Sekundärmetabolite; Mutagenesemethoden. <i>Metabolic Engineering</i> von Biosynthesewegen zu biotechnologisch relevanten Metaboliten, Manipulation biosynthetischer Enzyme, Bioanalytik (Spektroskopie und Chromatographie).</p> <p>Bioorganische Chemie: Analytikmethoden, Definitionen der Grundbegriffe, Symmetrie, Nomenklatur, Konfigurationsbestimmungen, Eigenschaften von Stereoisomeren, Trennung von Stereoisomeren, Grundkonzepte der stereoselektiven Synthese.</p> <p>Seminar: Nomenklatur, Symmetrie, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie, Spektreninterpretation</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Keine					
Studienleistungen	Aktive und regelmäßige Teilnahme					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des Moduls „Grundpraktikum der Enzymtechnologie (ET1-P)“ oder äquivalente Studienleistungen					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]		Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)	120		100%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 16 von ca. 170 benoteten LP (ca. 9%)					
Weitere Informationen	www.iet.uni-duesseldorf.de/ www.iboc.uni-duesseldorf.de/					
Literatur	M.T Madigan, J.M. Martinko, D.A. Stahl, D.P. Clark: <i>Brock Mikrobiologie</i> F. Lottspeich, J. Engels: Bioanalytik E.L. Eliel, S.H. Wilen: <i>Organische Stereochemie</i> M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh: <i>Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie</i>					

Grundpraktikum der Enzymtechnologie (ET1-P)				Stand: 7.7.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	8 Wochen	WiSe	5		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Grundlagen der bioorganischen Chemie		PExp	5	75	25	15
Grundl. der molekul. Enzymtechnologie		PExp	5	75	25	15
Seminar		S	2	30	10	50
Modulverantwortliche		Prof. Dr. K.-E. Jaeger, Prof. Dr. J. Pietruszka				
Beteiligte Dozenten		K.-E. Jaeger, U. Krauss, J. Pietruszka, T. Classen, S. Meyer zu Berstenhorst				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie			Pflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit ausgewählten Mikroorganismen Experimente durchzuführen - biotechnologisch relevante Produkte wie Enzyme oder Sekundärmetabolite produzieren, isolieren, identifizieren und charakterisieren - grundlegenden Verfahren der Enantiomerenanalytik auswerten und anwenden - die theoretischen Hintergründe zu den Praktikumsversuchen selbstständig erarbeiten und beschreiben - experimenteller Ergebnisse dokumentieren, interpretieren und präsentieren - Grundoperationen der organischen Synthese anwenden. 						
Inhalte						
<p>Enzymtechnologie: Biotechnologisch genutzte Mikroorganismen: Anzucht von Bakterien, Aufschluss von Bakterienzellen; Gelelektrophorese zur Darstellung von DNA und Proteinen; Synthese bakterieller Enzyme; Enzymologie: Kinetik, Substratspektrum, Stabilität- und Aktivitätsoptima von Enzymen; Proteinreinigungsmethoden. Relevanz und Einsatz von (Fluoreszenz-) Reportern, immunologische Methodik mit Proteinen, Transkriptanalytik mittels quantitativer PCR, Enzymlokalisierung in Zellen, Isolierung von Sekundärmetaboliten, Planung von Klonierungen mittels bioinformatischer Werkzeuge.</p> <p>Seminar: <i>Expression tools</i>, Proteindesign, Proteinproduktion, Proteinreinigung, Chromatographie/Spektroskopie, „omics“-Technologien, Fluoreszenzreporterproteine.</p> <p>Die enzymtechnologischen Versuche werden in Form eines Ergebnisseinars mit den Studierenden besprochen. Die für die Vorträge notwendige Theorie wird u. a. aus dem entsprechenden Skript von den Studierenden selbstständig erarbeitet und vorgestellt.</p> <p>Bioorganische Chemie: Enantiomerenanalytik: Optimierung der Trennparameter bei der Gaschromatographie, HPLC, Drehwertbestimmung, Auswertung von NMR-Spektren, Vermessung von Pseudoenantiomeren mittels MS, Synthese und Isolation chemischer Verbindungen</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		Grundkenntnisse der Mikrobiologie sowie des sicheren Umgangs mit Mikroorganismen (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls Mikrobiologie) und Grundkenntnisse über wichtige Substanzklassen, Reaktionen und Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie und des sicheren Arbeitens im chemischen Laboratorium (nachgewiesen z.B. durch den erfolgreichen Abschluss des Moduls Praktikum der Organischen Chemie)				
Studienleistungen		Regelmäßige aktive Teilnahme an Praktikum und Seminar, fristgerechte Erstellung von Praktikumsprotokollen				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Praktikumsprotokolle		-	Unbenotet	
		Ergebnisseminar		15	Unbenotet	
Gewichtung in Gesamtnote		Keine				
Weitere Informationen		www.iet.uni-duesseldorf.de/ www.iboc.uni-duesseldorf.de/				
Literatur		Praktikumsskript; M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh: Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie				

Bachelormodul					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus		Studiensemester	
15	450	3 Monate			6	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Bachelorarbeit		Projekt		260	100	1
Bachelorseminar		S	1	8	82	20
Modulverantwortliche		Prüfungsausschussvorsitzende(r)				
Beteiligte Dozenten		Alle prüfungsberechtigten Dozenten der Math.-Nat. Fakultät; bei Durchführung der Bachelorarbeit außerhalb der Math.-Nat. Fakultät wird ein prüfungsberechtigter Dozent der Math.-Nat. Fakultät als Zweitprüfer benannt				
Sprache		Deutsch oder Englisch				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie B.Sc. Chemie B.Sc. Wirtschaftschemie			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
Fähigkeit zur zielgerichteten, wissenschaftlichen Arbeit, Literaturrecherche, Kommunikation, Dokumentation und schriftlichen sowie mündlichen Präsentation						
Inhalte						
Aktuelle Forschungsthemen im Grenzbereich von Chemie, Biologie und molekularer Medizin						
Teilnahmevoraussetzungen		120 Leistungspunkte				
Studienleistungen		Regelmäßige aktive Teilnahme an Projektbesprechungen und Seminar				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Schriftliche Bachelorarbeit		-	80%	
		Mündliche Präsentation		20	20%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 15 von ca. 170 benoteten LP (ca. 9%)				
Weitere Informationen		www.chemie.hhu.de/studium-und-lehre/studiengang-biochemie/bachelor/modulplan/5-semester/bachelorarbeit.html				
Literatur		Nach Angabe des betreuenden Dozenten unter Berücksichtigung englischsprachiger Primärliteratur				

Wahlpflichtmodule

Ein fachnahes Wahlmodul mit mindestens 7 CP muss gewählt werden. Dafür steht das Modulangebot der Arbeitsgruppen aus Biochemie, Biologie und Chemie offen. Informationen zum Angebot ist im Online-Vorlesungsverzeichnis und auf den Webseiten der Biologie und Chemie zu finden:

<https://lsf.uni-duesseldorf.de>

<https://www.biologie.hhu.de/studium/studierende/zentrale-modulvergabe>

Im Folgenden sind beispielhaft Module beschrieben, die in der Vergangenheit von Biochemiestudierenden häufig belegt wurden.

Allgemeine Mikrobiologie					Stand: 29.6.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
9	270	4 Wochen	jedes Semester	5 oder 6		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Allgemeine Mikrobiologie (V404a)		V	2	30	60	
Praktikum		PExp	6	90	90	16
Modulverantwortliche		Prof. Dr. M. Feldbrügge				
Beteiligte Dozenten		M. Feldbrügge, V. Göhre, E. Nowack				
Sprache		Deutsch, Englisch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie			Wahlpflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
Die Studierenden						
<ul style="list-style-type: none"> • besitzen umfassende Kenntnisse der Molekularbiologie der Phagen, Bakterien und eukaryontischen Mikroorganismen. • können diese Kenntnisse zusammenfassend darstellen sowie Feedback zu diesen Zusammenfassungen geben. • können klassische und grundlegende gentechnologische Methoden bei Mikroorganismen anwenden, deren theoretischer Hintergrund den Studierenden in der Vorlesung vorgestellt wurde. • können selbstständig und sachgerecht mit den grundlegenden Messgeräten und anderen Apparaturen bzw. Instrumenten aus dem Labor umgehen. • können ihre Ergebnisse protokollieren und mithilfe aktueller Literatur diskutieren. 						
Inhalte						
<u>Vorlesung:</u>						
<ul style="list-style-type: none"> • Bacteriophagen: Aufbau, Zyklen, Transduktion, Plaques, Eclipse, temperente Phagen, Lambda-Regulation, Konversion, Phage display, Anwendungen; • Bakteriengenetik: Mutation, Rekombination, Auxotrophie, Konjugation, Transformation, Transduktion, Kompetenz, Plasmide, Cosmide, artifizielle Hefechromosomen, Klonierung, Anwendungen; Bakterielle Regulation: Transkription, Zwei-Komponentensysteme, Quorum sensing, Operon. • Hefegenetik: Entwicklung, Komplementation, Rekombination, Plasmide, Mitochondrien; Molekulargenetik der Hefe: Genetische Elemente, Vektoren, Genregulation; • Biotechnologie: Klonierungsstrategien, PCR, heterologe Expressionssysteme; Anwendungen • Genomik: Genomsequenzierung, Annotation. 						
<u>Praktikum:</u>						
<ul style="list-style-type: none"> • Bakterien-Anreicherung aus dem Boden, klassische und molekulare Nachweise der Bakterien • Ames-Test, mutagene Substanzen • Penicillin-Anreicherung von Mutanten • Isolierung von Phagen aus Abwasser, Plaquemorphologie • Phagen-Transduktion am Beispiel von P1 • Hefekreuzung, Komplementation, mitotische Rekombination, Auxotrophiemarker, Permeasen • Golden-Gate Klonierung, Bakterien-Transformation, Expression eines heterologen Proteins • Zuehybridsysteme, Protein-Protein-Interaktion 						
Teilnahmevoraussetzungen		Abschluss der Module Mikrobiologie und Schlüsselqualifikationen (o. ä. Leistung)				
Studienleistungen		regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum				
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung		Erfolgreicher Abschluss des Praktikums				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
		Praktikumsberichte	-	30%		
		Klausur (Abschlussprüfung)	120	70%		
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)				
Weitere Informationen		www.mikrobiologie.hhu.de/lehre.html				
Literatur		Madigon, Martinko: <i>Brock Mikrobiologie</i> (Pearson), weitere Literatur wird zu Beginn des Moduls benannt				

Faszination Biochemie					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	6 Wochen	WiSe	5		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Recherche und Planung		V	1	15	15	15
Projekt		S	1	15	45	15
Praktikum		PExp	4	60	90	15
Modulverantwortlicher	Dr. S. Smits					
Beteiligte Dozenten	A. Kedrov, L. Schmitt, S. Smits, V. Urlacher					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B. Sc. Biochemie			Wahlpflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende						
<ul style="list-style-type: none"> - ein biochemisches Forschungsprojekt planen und durchführen - relevante Literatur recherchieren und das Projekt mündlicher und schriftlich präsentieren 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Publizieren in biochemischen Fachzeitschriften, Literaturlatenbanken, Recherche-strategien; Planung von Experimenten; Experimentelle Systeme im Institut für Biochemie: Laccasen, Nisin-System, ABC-Transporter, Proteintranslokation durch das SEC-System.</p> <p>Seminar: Vertiefender Vortrag der Teilnehmer zur Bearbeitung einer biochemischen Fragestellung zu den experimentellen Systemen im Institut für Biochemie unter Nutzung von Originalarbeiten.</p> <p>Praktikum: Umsetzung der geplanten Experimente nach Vorgaben der Teilnehmer; Zusammenfassung der Ergebnisse in einem Manuskript nach JBC-Format.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Keine					
Studienleistungen	Aktive und regelmäßige Teilnahme am Praktikum					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfüllung der Studienleistungen					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Projektvorschlag (Vortrag)		20	50%		
	Manuskript		-	50%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)					
Weitere Informationen	www.biochemistry1.hhu.de/lehre.html					
Literatur	Pollegioni, Tonin, Rosini: Lignin-degrading enzymes Draper, Cotter, Hill, Ross: Lantibiotic Resistance Vetter, Wittinghofer: Nucleoside triphosphate-binding proteins: different scaffolds to achieve phosphoryltransfer Tsirigotaki: Protein export through the bacterial Sec pathway					

Programmieren für Biologiestudierende					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus		Studiensemester	
9	270	3 Wochen	Jedes Semester		5 oder 6	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Programmierung		V	2	30	60	30
Praktikum		PExp	6	90	90	30
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. W. Martin					
Beteiligte Dozenten	M. Lercher, W. Martin, N. Grünheit, M. Röttger					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie				Wahlpflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Die Studierenden haben die grundlegenden Prinzipien des Programmierens erlernt. Sie können die Programmiersprache Python praxisorientiert anwenden und eigenständig Algorithmen entwerfen, diese implementieren und komplexe Arbeitsabläufe automatisieren. Sie sind in der Lage große biologische Datenmengen zu verarbeiten. Die Studierenden können unterschiedliche Lösungswege entwickeln und kritisch kommentieren.</p>						
Inhalte						
<ul style="list-style-type: none"> o Einführung in die Programmiersprache Python (Syntax, Datenstrukturen, Kontrollstrukturen, Aussagenlogik, Einlesen und Schreiben von Dateien) o Einführung in das Betriebssystem Linux und die Kommandozeile o Der Kurs ist speziell an die Anforderungen von Studierenden der Biologie angepasst, die noch keine Programmiererfahrung haben. o Es werden sowohl theoretische Hintergrundinformationen als auch praktische Fähigkeiten vermittelt. Die Studierenden führen praktische Übungen durch und diskutieren die Ergebnisse. 						
Teilnahmevoraussetzungen	Abschluss der Module der ersten vier Semester					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum					
Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Klausur (Abschlussprüfung)		120	50%		
Bearbeitung von Praktikumsaufgaben				50%		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)					
Weitere Informationen	http://www.molevol.hhu.de/unsere-lehre/bioinformatik/v-modul-433-prgrammieren-fuer-biologen-wintersemester.html					
Literatur	Wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben					

Qualifizierungsmodul Bioorganische Chemie					Stand: 7.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer		Turnus	Studiensemester	
8	240	1. Semesterhälfte		SoSe	6	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Grundl. der bioorganischen Chemie		V	1	15	15	30
Einf. in die wissenschaftliche Arbeit		S	2	30	45	30
Praktikum		P	6	90	45	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. J. Pietruszka				
Beteiligte Dozenten		J. Pietruszka, T. Classen, S. Meyer zu Berstenhorst				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B.Sc. Biochemie			Wahlpflicht	
		B.Sc. Biologie			Wahl	
		B.Sc. Chemie			Wahlpflicht	
B.Sc. Wirtschaftschemie			Wahlpflicht			
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach einem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der bioorganischen Chemie erläutern - Experimente nach den Grundzügen guter wissenschaftlicher Praxis planen und durchführen - Ergebnisse fachgerecht auswerten und präsentieren, um eine Bachelorarbeit größtenteils eigenständig durchzuführen. 						
Inhalte						
<p><i>Hinweis:</i> Das Modul findet komplett im Institut für Bioorganische Chemie am Standort Jülich statt.</p> <p>Vorlesung: Grundlagen der Molekularbiologie (Schritte vom Gen zum Protein, <i>Genetic Engineering</i>) und Enzymologie (Kinetik, Thermodynamik, Enzymdesign, Screening), Retrosynthese, NMR-Spektroskopie, MS-Spektrometrie</p> <p>Seminar/Übung: Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit, Einführung in MS Word (Formatierungen, Querverweise), Literaturrecherche, wissenschaftliches Zitieren, Einführung in Endnote (Literaturverwaltungsprogramm), Spektrenauswertung mit MestReNova, Grafikdesign (Farbraum, Auflösung, Bildformate, ChemDraw, PowerPoint), wissenschaftl. Präsentieren (Motivation, Gliederung, Foliendesign, Übungen zur Körpersprache)</p> <p>Praktikum: Einführung in die für die Bachelorarbeit wichtige Methodik</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		keine				
Studienleistungen		regelmäßige, aktive Teilnahme an den Übungen im Seminar, Teilnahme am Institutsseminar mit eigener Präsentation				
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung		Fristgerechte Erfüllung aller Praktikumsaufgaben				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Mündliche Abschlussprüfung		30-45	100%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)				
Weitere Informationen		http://www.iboc.uni-duesseldorf.de/				
Literatur		<p>K. Hien, R. Rümpler: <i>Grafische Gestaltung in Naturwissenschaften und Medizin</i>, Springer-Spektrum, 2008</p> <p>S. Bienz, L. Bigler, T. Fox, H. Meier: <i>Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie</i>, 9. Auflage, Thieme, 2016</p>				

Synthesemethoden					Stand: 5.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer		Turnus	Studiensemester	
8	240	4 Wochen		WiSe	5	
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Vorlesung		V	2	30	50	15
Seminar und Praktikum		S/Pexp	7	100	60	15
Modulverantwortlicher		Prof. Dr. T.J.J. Müller				
Beteiligte Dozenten		Dozenten der Organischen Chemie				
Sprache		Deutsch				
Verwendbarkeit des Moduls		Studiengang			Modus	
		B. Sc. Biochemie			Wahlpflicht	
		B.Sc. Chemie (anteilig)				
B.Sc. Wirtschaftschemie (anteilig)						
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> - komplexere Reaktionssequenzen mittels retrosynthetischer Analyse planen und durchführen - Syntheseplanung auch mit katalytischen Methoden vornehmen - Synthesewege mechanistisch diskutieren 						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Synthesemethoden Synthesestrategien, Retrosynthetische Analyse, Syntheseplanung, wichtige Transformationen von funktionellen Gruppen.</p> <p>Seminar und Praktikum: Am Beispiel ausgewählter Laborsynthesen von interessanten und relevanten Verbindungen werden Stoffklassen und Funktionalitäten mit Reaktionstypen und Mechanismen verknüpft. Hierzu werden auch mehrstufige Reaktionssequenzen und Mikrowellen-unterstützte Synthesen genutzt sowie die Möglichkeiten und Grenzen moderner analytischer Methoden bei der Identifizierung und Reinheitskontrolle der Syntheseprodukte aufgezeigt.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen		Keine				
Studienleistungen		Aktive und regelmäßige Teilnahme am Praktikum; Anfertigung von Protokollen				
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung		Erfüllung aller Praktikumsaufgaben				
Prüfung und Bewertung		Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote	
		Mündliche Abschlussprüfung		30	100%	
Gewichtung in Gesamtnote		Gewichtet mit 8 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)				
Weitere Informationen		www.orgchem.hhu.de/				
Literatur		<p>S. Warren: Organische Retrosynthese (Teubner, 1997); S. Warren, P. Wyatt: Organic Synthesis – The Disconnection Approach S. Warren: Workbook for Organic Synthesis (Wiley, 1982); F. A. Carey, R.J. Sundberg, Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis, Springer, 2007, Kap. 13; J. Fuhrhop, G. Penzlin: Organic Synthesis (VCH, 1994); K.C. Nicolaou, E.J. Sorensen, Classics in Total Synthesis, VCH, 1995. K.C. Nicolaou, E.J. Sorensen, Classics in Total Synthesis II, Wiley-VCH, 2003. K.C. Nicolaou, J. S. Chen, Classics in Total Synthesis III, Wiley-VCH, 2003. Praktikumsskript</p>				

Zellbiologie und Physiologie					Stand: 5.7.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
9	270	1 Semester	WiSe	3.		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Zellbiologie und Physiologie (V434)		V	1	15	55	
Seminar		S	1	15	35	30
Praktikum		PExp	6	90	60	15
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. E. Lammert					
Beteiligte Dozenten	E. Lammert, D. Eberhard					
Sprache	Deutsch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie B.Sc. Biologie				Wahlpflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Die Studierenden können die grundlegenden Konzepte von Ernährung und Verdauung, Atmung, Exkretion, Glucose-Stoffwechsel, Hormonsekretion und Zellwachstum beschreiben, an- wenden und analysieren. Die Studierenden können eigenständig grundlegende Labortechniken und Experimente der Physiologie und Zellbiologie durchführen und planen. Die Studierenden können selbstständig und präzise mit Pipetten, Photometern, Sterilwerkbänken, Inkubatoren, PCR-Maschinen und Fluoreszenz-Lichtmikroskopen umgehen. Die Studierenden können die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls dokumentieren, die Ergebnisse interpretieren und in einen Gesamtkontext einordnen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema des Moduls eine zielgruppengerechte Präsentation zu planen, zu erstellen und vor einer Gruppe vorzutragen.</p>						
Inhalte						
<p>Vorlesung: Allgemeine Grundlagen der Zellbiologie und Physiologie des Menschen und der Maus als Modellorganismus</p> <p>Seminar: Die Studierenden werden über unterschiedliche Themen der Zellbiologie und Physiologie einen Seminarvortrag halten und diese mit den Dozenten und Studierenden diskutieren.</p> <p>Praktikum: Anwendung von physiologischen und zellbiologischen Forschungsmethoden zur Analyse von Exkretion, Glucose-Stoffwechsel, Zellwachstum, Genexpression und Hormonsekretion des tierischen Organismus, wie z.B. Bestimmung von Konzentrationen mittels Photometer; Splitten, Kultivieren, Zählen und Einfrieren von Zellen; Extraktion von RNA; Herstellung von cDNA; RT-PCR; Lokalisierung von Proteinen in Zellen; Enzymkinetik; Statistik; Selbständiges Design einiger Experimente.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Abschluss des Moduls Tierphysiologie (oder äquivalente Studienleistung), Teilnahme an der Vorbesprechung					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum; Anfertigung eines wissenschaftlichen Praktikumsberichts					
Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss des Praktikums					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]		Gewichtung in Modulnote	
	Klausur (Abschlussprüfung)		120		70%	
	Seminarvortrag		15		20%	
	Praktikumsprotokoll				10%	
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 9 von ca. 170 benoteten LP (ca. 5%)					
Weitere Informationen	www.stoffwechsel.hhu.de/lehre.html					
Literatur	wird bei Beginn des Moduls bekannt gegeben					

Wahlbereich

Studienleistungen außerhalb der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät können das Studium bereichern. An der HHU wurde dazu das Studium universale konzipiert. Außerdem bietet ein Berufspraktikum die Möglichkeit außeruniversitäre Erfahrungen zu sammeln, die eine Entscheidung für die weitere berufliche Entwicklung fördern sollen.

Studium universale

Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität, das auch eine universitätsweite Vermittlung von soft skills beinhaltet, steht den Studierenden aller Studiengänge offen. Es handelt sich um ein überfachliches und überfakultäres Studienangebot, das curricular in den BA-Studiengängen verankert ist und durch das die Studierenden Leistungspunkte erwerben können.

Drei Bausteine bilden die Inhalte des Studium Universale:

- grundlegende Lehrveranstaltungen fremder Fakultäten, die einen Überblick über das Fach gewähren
- speziell für das Studium Universale entwickelte Lehrveranstaltungen
- interdisziplinäre Lehrveranstaltungen, welche die Lehrgegenstände und -inhalte aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Fachdisziplinen vermitteln

Die Vertrautheit mit anderen Fachkulturen und die Kenntnisse über Inhalte neuer Wissenschaftsdisziplinen sind aus mehreren Gründen von Vorteil:

Durch den Besuch von Lehrveranstaltungen der anderen Fakultäten erlernen die Studierenden das im Fachstudium der eigenen Fakultät erworbene Wissen vor einem erweiterten Wissenshorizont neu zu interpretieren und zu verstehen. Sie werden befähigt, die Stärken und Grenzen von Theorien und Methoden des eigenen und der anderen Fächer zu bewerten. Dies versetzt sie in die Lage, von einem reflektierten Standpunkt aus in Teams mit Spezialisten aus unterschiedlichen Herkunftsbereichen zu kooperieren. Dies ist in einer globalen Wissensgesellschaft bzw. im späteren Beruf besonders gefragt.

Die Studierenden wählen aus dem Angebot Lehrveranstaltungen aus fremden Fakultäten aus. Eine detaillierte Beschreibung des Lehrangebots im Studium Universale sprengt den Rahmen dieses Modulhandbuchs. Informationen zum jeweils aktuellen Angebot sind zu finden unter:

<http://www.zsu.hhu.de>

Berufspraktikum				Stand: 20.8.2021		
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
max. 8	max. 240					
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Berufspraktikum		Projekt				1
Modulverantwortliche(r)	Prüfungsausschussvorsitzende(r)					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Math.-Nat. Fakultät					
Sprache	Deutsch oder Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie			Wahl		
Lernziele und Kompetenzen						
Einblick und praktische Erfahrung in der wirtschaftlichen Nutzung wissenschaftlicher Kenntnisse, der administrativen Überwachung der wirtschaftlichen Nutzung oder der Organisation und Förderung wissenschaftlicher Prozesse außerhalb der Universität; Überprüfung, Erweiterung oder Konkretisierung des Berufsbilds anhand eigener Erfahrungen im beruflichen Alltag						
Inhalte						
Die Studierenden beteiligen sich in Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Behörden oder Verbänden an Arbeitsprozessen und integrieren sich in den regulären Betrieb. Sie informieren sich über Aufgaben, Struktur und Organisation des Betriebs.						
Teilnahmevoraussetzungen	Keine					
Prüfungsvoraussetzungen	Nachweis der Praktikumszeit					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote			
	Schriftlicher Bericht	-	unbenotet			
Gewichtung in Gesamtnote	Unbenotet					
Weitere Informationen						
Literatur						

Weitere Studienleistungen

Studienleistungen, die in diesem Modulhandbuch nicht explizit erwähnt werden, erfordern zur Berücksichtigung im Prüfungskonto eine Bestätigung durch den Prüfungsausschuss. Zu diesen Leistungen zählen beispielsweise

- Kurse des Sprachenzentrums
- Teilnahme an Orientierungstutorien
- Veranstaltungen der Studierendenakademie, soweit sie nicht dem Studium universale zugeordnet sind
- Veranstaltungen der Universitäts- und Landesbibliothek

Ebenso können individuelle theoretische und praktische Studienleistungen berücksichtigt werden. In der Regel empfiehlt es sich vorher Rücksprache mit dem Prüfungsausschuss zur Gewährung von Leistungspunkten für weitere Studienleistungen zu halten.

Bachelor^{PLUS}/International

In der Studiengangsvariante Bachelor-PLUS/International kommt das Vorbereitungsmodul im 4. Semester zum Programm des 3-jährigen Bachelorstudiums hinzu, bevor im 5. und 6. Semester der Auslandsaufenthalt mit den Studien- und Praxisphasen folgt. Die Forschungsorientierung wird durch das Projektpraktikum im 8. Semester gestärkt.

Vorbereitungsmodul Auslandsaufenthalt					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
8	240	1 Semester	SoSe	4		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Intercultural Studies		S	1	15	15	20
Projektpraktikum		Projekt	10	150	60	1
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Weber					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Math.-Nat. Fakultät					
Sprache	Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie ^{PLUS/International} B.Sc. Biologie ^{PLUS/International}			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - experimentelle Fragestellungen selbständig bearbeiten, auswerten und darstellen - kulturspezifischer Verhaltensweisen des Gastlandes verstehen, mögliche kritischer und konfrontativer Situationen bewältigen und die eigenen Reaktionen reflektieren. 						
Inhalte						
<p>Praktikum: Das Praktikum besteht aus einer 6-wöchigen Tätigkeit im Labor. Das Forschungslabor ist den Interessen der Studierenden gemäß frei wählbar. Die Studierenden sollen an einem konkreten Projekt unter individueller Betreuung mitarbeiten. Das Projekt soll den Studierenden ermöglichen grundlegende molekularbiologische, biochemische und physiologische Methoden zu erlernen.</p> <p>Intercultural Studies: Deutsche Kulturstandards – Kulturstandards des Gastlandes: Unterschiede und Ähnlichkeiten; Systematisierungen von Kultur; Umgang mit Konfliktsituationen; Erfolgreiche Kommunikationsstrategien im studentischen/beruflichen Alltag des Gastlandes</p> <p>Kennenlernen / Einführung in die Politik, Geschichte und Wissenschaftsstruktur des Gastlandes</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Gute Englischkenntnisse, sehr gute Studienleistungen					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Vortrag (Praktikum)		-	unbenotet		
Gewichtung in Gesamtnote	Unbenotet					
Literatur	Wird vom betreuenden Dozenten benannt					

Praxisphase I International					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
16	480	3 Monate	WiSe	5		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Projektpraktika		Projekt		320	160	10
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Weber					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der gastgebenden Universität					
Sprache	Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie ^{PLUS/International} B.Sc. Biologie ^{PLUS/International}			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimente in einem wissenschaftlichen Projekt mit Unterstützung planen und durchführen - wissenschaftliche Primärliteratur lesen und verstehen - eigene experimentelle Ergebnisse bewerten und diskutieren 						
Inhalte						
<p>Die Projektarbeit besteht aus einer 3-monatigen Tätigkeit im Labor. Das Forschungslabor ist den Interessen der Studierenden gemäß frei wählbar. Die Studierenden sollen eigenständig an einem wissenschaftlichen Projekt arbeiten. Das Projekt soll den Studierenden ermöglichen über die grundlegenden molekularbiologischen, biochemischen und physiologischen Techniken hinausgehend Methodenkompetenzen zu erwerben. Begleitend wird das Forschungsseminar des jeweiligen Instituts besucht.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Gute Englischkenntnisse, sehr gute Studienleistungen					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Praktikumsberichte			unbenotet		
	Ergebnisvortrag			unbenotet		
Gewichtung in Gesamtnote	Unbenotet					
Literatur	Wird vom betreuenden Dozenten benannt					

Praxisphase II International					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
16	480	3 Monate	SoSe	6		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Projektpraktika		Projekt		320	160	10
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Weber					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der gastgebenden Universität					
Sprache	Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie ^{PLUS/International} B.Sc. Biologie ^{PLUS/International}			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein wissenschaftliches Projekt mit Unterstützung planen und durchführen - die wissenschaftliche Primärliteratur erschließen - eigene experimentelle Ergebnisse darstellen und präsentieren 						
Inhalte						
<p>Die Projektarbeit besteht aus einer 3-monatigen Tätigkeit im Labor. Das Forschungslabor ist den Interessen der Studierenden gemäß frei wählbar. Das Themengebiet der Projektarbeit muss sich inhaltlich von dem der Praxisphase 1 abgrenzen. Die Studierenden sollen eigenständig an einem wissenschaftlichen Projekt arbeiten. Das Projekt soll den Studierenden ermöglichen ihre Methodenkompetenzen zu erweitern. Begleitend wird das Forschungsseminar der jeweiligen Arbeitsgruppe besucht.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Gute Englischkenntnisse, sehr gute Studienleistungen					
Studienleistungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Praktikumsberichte			unbenotet		
	Ergebnisvortrag			unbenotet		
Gewichtung in Gesamtnote	Unbenotet					
Literatur	Wird vom betreuenden Dozenten benannt					

Studienphase International					Stand: 20.8.2021	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
20	600	2 Semester	jährlich	5 + 6		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Lehrveranstaltungen		V/S	13	195	405	
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. A. Weber					
Beteiligte Dozenten	Dozenten der gastgebenden Universität					
Sprache	Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang			Modus		
	B.Sc. Biochemie ^{PLUS/International} B.Sc. Biologie ^{PLUS/International}			Pflicht		
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Themengebiete, Konzepte und Strategien der individuell gewählten Module erläutern - das Gelernte inhaltlich reflektieren und auf andere Sachverhalte übertragen - passiv und aktiv englisch kommunizieren - das didaktische Konzept ihrer Gastuniversität beurteilen. 						
Inhalte						
<p>Die Studierenden belegen Spezialisierungsmodule aus dem Angebot der ausländischen Universität im Umfang von 20 ECTS. Die Module sind nach dem individuellen Interesse der Studierenden frei wählbar. Die Module müssen allerdings fachlich ein Angebot beinhalten, dass an der HHU nicht abgedeckt werden kann. Die Modulwahl der Studierenden muss von der Kommission „Bachelor International“ begutachtet werden und Bedarf ihrer Zustimmung.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Gute Englischkenntnisse, sehr gute Studienleistungen					
Prüfungsvoraussetzungen	regelmäßige und aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform		Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote		
	Mündliche Prüfung			nach LP		
	Schriftliche Prüfung			nach LP		
Gewichtung in Gesamtnote	Gewichtet mit 20 von ca. 190 benoteten LP (ca. 11%)					
Literatur	Wird vom betreuenden Dozenten benannt					

Projektpraktikum					Stand: 24.1.2018	
ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand [h]	Dauer	Turnus	Studiensemester		
10	300	2 Monate		8		
Lehrveranstaltungen		Typ	Umfang [SWS]	Präsenz [h]	Eigenstud. [h]	Gruppengr.
Praktikum		Projekt		240	60	
Modulverantwortlicher	Prüfungsausschussvorsitzende(r)					
Beteiligte Dozenten	Alle prüfungsberechtigten Dozenten der Math.-Nat. Fakultät					
Sprache	Englisch					
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang				Modus	
	B.Sc. Biochemie ^{PLUS/International} B.Sc. Biologie ^{PLUS/International}				Wahlpflicht	
Lernziele und Kompetenzen						
<p>Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein wissenschaftliches Projekt eigenständig planen und durchführen - auf Basis weiterführender wissenschaftlicher Literatur wissenschaftliche Hypothesen formulieren - experimentelle Strategien zur Überprüfung von Hypothesen formulieren. 						
Inhalte						
<p>Das Modul Projektpraktikum besteht aus einer mehrwöchigen Tätigkeit im Labor oder im Feldversuch. Das Themengebiet der Projektarbeit muss sich inhaltlich von dem der Praxisphase 1 und 2 abgrenzen. Begleitend wird das Forschungsseminar der Arbeitsgruppe besucht. Dabei sollen die Studierenden an einem konkreten Projekt eigenständig arbeiten. Dies kann auch eine Vorbereitung auf ein mögliches Bachelor- Arbeitsthema sein.</p>						
Teilnahmevoraussetzungen	Gute Englischkenntnisse, sehr gute Studienleistungen					
Prüfungsvoraussetzungen	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Praktikum					
Prüfung und Bewertung	Prüfungsform	Dauer [min]	Gewichtung in Modulnote			
	Ergebnisvortrag		unbenotet			
	Praktikumsbericht		unbenotet			
Gewichtung in Gesamtnote	Unbenotet					
Literatur	Wird vom betreuenden Dozenten benannt					