

Handbuch der Basismodule für den Studiengang Biologie mit dem Abschluss Bachelor of Science für Studierende mit Studienbeginn ab WS 16/17

Internetadresse der Fakultät:

<http://www.biologie.ruhr-uni-bochum.de>

Studienfachberatung Biologie:

Dr. Ina Wilms / Dr. Beatrix Dünschede
Raum: ND 03/132
Tel.: 0234/32-24457
ina.wilms@rub.de / studienberatung-bio@rub.de

Dipl.-Biol. Skadi Heinzelmann
Raum: ND 03/134
Tel.: 0234/32-23142
studienberatung-biologie@rub.de

Dr. Petra Schrey
Raum: ND 03/131
Tel.: 0234/32-24573
dekanat-biologie@rub.de

Sprechstunden:
Vorlesungszeit: Mo bis Do: 9.00 - 11.00 Uhr und n.V.
Vorlesungsfreie Zeit: Di und Do: 9.00 - 11.00 Uhr und n.V.

Stand: 21.08.2017

Dieses Modulhandbuch gibt einen Überblick über die obligatorischen Module der ersten vier Semester (Basismodule) des Studiengangs Biologie mit dem Abschluss Bachelor of Science (1 Fach, Prüfungsordnung 2016).

Es handelt sich um vier biologische Grundmodule („Zoologie und Zellbiologie“, „Botanik und Biodiversität“, „Biochemie und Biophysik“ sowie „Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie“) sowie um die Grundmodule „Allgemeine Chemie“, „Organische Chemie“ und „Physik“. Hinzu kommen das Modul „Mathematik“ und das Modul „Floristische und Faunistische Übungen im Gelände“. Durch Lehrveranstaltungen des Bereichs „BioPlus“ sollen darüber hinaus vertiefende, disziplinübergreifende und/oder berufsqualifizierende Zusatz- und Schlüsselqualifikationen erworben werden, um den späteren Einstieg in die Arbeitswelt zu erleichtern. Die genannten Grundmodule schließen mit einer Prüfung ab. Wenn Sie alle 7 Grundmodulprüfungen bestanden haben (in der Regel am Ende des vierten Fachsemesters), belegen Sie im Vertiefungsstudium ein Aufbau- und ein Spezialmodul oder 2 Aufbaumodule. Das Angebot an Aufbau- und Spezialmodulen finden Sie in einem eigenen Modulhandbuch, das jedes Semester aktualisiert wird.

Das Bachelorstudium schließt mit der Anfertigung der Bachelorarbeit ab, die durch das Modul „Theoretische und methodische Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens“ vorbereitet wird.

Inhalt	Seite
Studienverlaufsplan Bachelor of Science (Studienbeginn ab WS 16/17).....	1
Zulassungsvoraussetzungen für die Grundmodulprüfungen und die B.Sc.-Arbeit.....	3
Grundmodul Zoologie und Zellbiologie	4
Grundmodul Botanik und Biodiversität.....	6
Floristische und faunistische Übungen im Gelände	8
Grundmodul Biochemie und Biophysik	9
Grundmodul Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie.....	12
Modul Mathematik	19
Grundmodul Allgemeine Chemie.....	20
Grundmodul Organische Chemie	22
Grundmodul Physik	24
BioPlus	27

Abkürzungen

B.A.	Bachelor of Arts (2 Fächer)
B.Sc.	Bachelor of Science (1 Fach)
CP	Credit Point (Kreditpunkt), 1 CP entspricht 30 Stunden studentischer Arbeit (= ECTS)
LS	Lehrstuhl
M.Ed.	Master of Education (2 Fächer, Lehramt)
M.Sc.	Master of Science (1 Fach)
SoSe	Sommersemester
SS	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden
Ü	Übung
V	Vorlesung
WiSe	Wintersemester
WS	Wintersemester

**Studienverlaufsplan
für den Studiengang Biologie mit dem Abschluss Bachelor of Science
an der Ruhr-Universität Bochum**

1. Semester (23 SWS, 29 CP)		SWS	CP
V,Ü	Mathematik (Statistik)	5	6
Grundmodul Zoologie und Zellbiologie			
V	Grundlagen der Zoologie und Zellbiologie ¹⁾	5	5
Ü	Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Tiere	5	4
Ü	Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Tiere	4	4
Grundmodul Allgemeine Chemie			
V,Ü	Allgemeine Chemie ⁵⁾	4	4
Grundmodulprüfung Allgemeine Chemie (1-stündige Klausur)			2
Grundmodulprüfung Zoologie und Zellbiologie (2-stündige Klausur)			4
2. Semester (24 SWS, 31 CP)			
Ü	Floristische und faunistische Übungen im Gelände	3	4
Grundmodul Botanik und Biodiversität			
V	Grundlagen der Botanik und Biodiversität ²⁾	4	4
Ü	Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Pflanzen und Pilze	4	4
Ü	Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Pflanzen und Pilze	4	4
Grundmodul Organische Chemie (Teil 1)			
V,Ü	Organische Chemie ⁶⁾	4	4
Grundmodul Physik (Teil 1)			
V,Ü	Physik I ⁷⁾	5	5
Grundmodulprüfung Organische Chemie (1-stündige Klausur)			2
Grundmodulprüfung Botanik und Biodiversität (2-stündige Klausur)			4
3. Semester (24 SWS, 33 CP)			
Grundmodul Organische Chemie (Teil 2)			
Ü	Chemisches Praktikum	4	6
Grundmodul Biochemie und Biophysik			
V	Grundlagen der Biochemie und Biophysik ³⁾	4	4
Ü	Übungen in Biochemie und Biophysik	5	4
Grundmodul Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie (Teil 1)			
V	Grundlagen der Genetik und Mikrobiologie ⁴⁾	3	3
Grundmodul Physik (Teil 2)			
V,Ü	Physik II ⁷⁾	4	4
Ü	Physikalisches Praktikum	4	6
Grundmodulprüfung Physik (2-stündige Klausur)			4
Grundmodulprüfung Biochemie und Biophysik (1-stündige Klausur)			2
4. Semester (23 SWS, 27 CP)			
Grundmodul Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie (Teil 2)			
V	Grundlagen der Zell-, Tier- und Pflanzenphysiologie ⁴⁾	6	6
V	Grundlagen der Bioinformatik ⁴⁾	1	1
Ü	Übungen in Bioinformatik	1	2
Ü	Übungen in Tierphysiologie	5	4
Ü	Übungen in Pflanzenphysiologie	5	4
Ü	Übungen in Genetik und Mikrobiologie	5	4
Grundmodulprüfung Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie (3-stündige Klausur)			6

**Studienverlaufsplan
für den Studiengang Biologie mit dem Abschluss Bachelor of Science
an der Ruhr-Universität Bochum**

5. Semester (26 SWS, 20 CP)	SWS	CP
Aufbaumodul ⁸⁾		
V,Ü,S Vorlesung, Übung, Seminar	∑ 13	10
Aufbaumodul oder Spezialmodul ⁸⁾		
V,Ü,S Vorlesung, Übung, Seminar	∑ 13	10
6. Semester (29 SWS, 22 CP)		
Theoretische und methodische Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens	∑ 13	10
Bachelorarbeit (9 Wochen)	16	12
1. - 5. Semester (13 SWS, 18 CP)		
BioPlus ⁹⁾	∑ 13	18
Bachelorstudiengang gesamt:	162	180

Die Grundmodulprüfungen werden in der Regel in der vorlesungsfreien Zeit abgelegt und sind daher jeweils chronologisch am Ende des Semesters aufgeführt.

- 1) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Zoologie und Zellbiologie vergeben.
- 2) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Botanik und Biodiversität vergeben.
- 3) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Biochemie und Biophysik vergeben.
- 4) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie vergeben.
- 5) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Allgemeiner Chemie vergeben.
- 6) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Organischer Chemie vergeben.
- 7) Die CP werden erst mit bestandener Grundmodulprüfung Physik vergeben.
- 8) Für jede ganztägige Modulwoche werden 2,5 CP angerechnet.
- 9) Bereich zum Erwerb zusätzlicher, berufsrelevanter Qualifikationen.

V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, SWS = Semesterwochenstunden, CP = Credit Points

Prüfung	Zulassungsvoraussetzungen
Grundmodulprüfung Zoologie und Zellbiologie	Grundlagen der Zoologie und Zellbiologie (V), Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Tiere (Ü), Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Tiere (Ü)
Grundmodulprüfung Allgemeine Chemie	Allgemeine Chemie (V/Ü)
Grundmodulprüfung Botanik und Biodiversität	Grundlagen der Botanik und Biodiversität (V), Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Pflanzen und Pilze (Ü), Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Pflanzen und Pilze (Ü)
Grundmodulprüfung Organische Chemie	Organische Chemie (V/Ü)
Grundmodulprüfung Physik	Physik I (V/Ü) Physik II (V/Ü) Physikalisches Praktikum (Ü) Mathematik (Statistik) (V/Ü)
Grundmodulprüfung Biochemie und Biophysik	Grundlagen der Biochemie und Biophysik (V) Übungen in Biochemie und Biophysik (Ü) Chemisches Praktikum (Ü)
Grundmodulprüfung Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie	Grundlagen der Genetik und Mikrobiologie (V), Grundlagen der Bioinformatik (V), Grundlagen der Zell-, Tier- und Pflanzenphysiologie (V), Übungen in Tierphysiologie (Ü) Übungen in Pflanzenphysiologie (Ü) Übungen in Bioinformatik (Ü) Übungen in Genetik und Mikrobiologie (Ü) Floristische und faunistische Übungen im Gelände (Ü)
B.Sc.-Arbeit	Abiturzeugnis (oder äquivalentes Zeugnis) aktuelle Studienbescheinigung Nachweis über die bestandenen Grundmodulprüfungen Nachweis über ein A-Modul im Umfang von mind. 10 CP Nachweis über ein A- oder S-Modul im Umfang von mind. 10 CP Nachweis über 18 CP im BioPlus-Programm Nachweis über das Modul „Theoretische und methodische Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens“ ggf. zusätzliche Anträge (z.B. bei B.Sc.-Arbeiten außerhalb der Fakultät oder bei Anmeldung unter Vorbehalt)

Grundmodul Zoologie und Zellbiologie (1. Semester, Wintersemester)				
Vorlesungsnummern:		190 001 (Vorlesung), 190 002 (Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Tiere), 190 003 (Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Tiere)		
Veranstaltungstyp:		Vorlesung, Übungen		
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: ja M.Ed.: nein
SWS: 14	CP: 17	Workload: 510 Stunden		Angebot: jeweils im WiSe
Lehrbereich (Dozent/innen):		LS Evolutionsökologie und Biodiversität der Tiere (Eltz, Tollrian, Vos), LS Allgemeine Zoologie und Neurobiologie (Herlitze, Wahle, Distler-Hoffmann), LS Zellmorphologie und molekulare Neurobiologie (Faissner, Wiese), AG Verhaltensbiologie und Didaktik der Biologie (Kirchner)		
Teilnehmerzahl:		alle Studierenden des 1. Fachsemesters		
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc.- oder B.A.-Studiengang Biologie		
Anmeldung:		Die Anmeldung zu den Veranstaltungen erfolgt online. Die Fristen werden rechtzeitig vor Beginn der Vorlesungszeit im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.		
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen laufen während der gesamten Vorlesungszeit.		
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> • Übungen: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der Vorbereitung - Überprüfung der regelmäßigen und aktiven Teilnahme (Kontrolle von Zeichnungen, Bestimmungswegen, etc.) • Grundmodulprüfung Zoologie und Zellbiologie (2-stündige Klausur) über den Inhalt der Vorlesung und die Theorie der Übungen. Zulassungsvoraussetzung ist die Teilnahme an den zum Modul gehörigen Veranstaltungen. <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>		
<p>Lernziele:</p> <p>Erlangen zoologischer Grundkenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion der tierischen Zelle • Bau und Funktion von Organen • Grundlagen der Anatomie • Grundlagen der Fortpflanzung und Entwicklung • Grundlagen und Methoden der zoologischen Systematik und Evolutionsforschung • Systematischer Überblick über die Tierstämme und deren Baupläne • Grundlagen der Evolution und Phylogenie • Grundlagen der Ökologie • Grundlagen der Verhaltensbiologie • Kenntnisse über die einheimische Fauna (Morphologie, Systematik, elementare Artenkenntnis) <p>Erlernen von Methoden und praktischer Fertigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präparationstechniken (mikroskopisch und makroskopisch) • Mikroskopieren (Hellfeld, Durchlicht, Phasenkontrast, Einstellungen am Gerät) • Wissenschaftliches Zeichnen • Umgang mit dem Stereomikroskop • Umgang mit zoologischer Bestimmungsliteratur 				
<p>Vorlesung „Grundlagen der Zoologie und Zellbiologie“</p> <p>Die Kennzeichen lebender Organismen, der Feinbau der Zelle sowie die Funktion der Zell-Organellen stehen am Anfang der Biologie-Ausbildung. Hieran schließen sich Struktur und Formwechsel der Chromosomen sowie die funktionellen Beziehungen von Kern und Plasma an. Mit den Protozoen als besonders hochdifferenzierten Zellen beginnt der systematische Überblick, der in der Großenteilung des Tierreiches den Formenreichtum sowie ökologische und tiergeographische Zusammenhänge aufzeigt. Organismen passen sich fortlaufend an die Umweltbedingungen an. Die dadurch entstehende Differenzierung der Organismen kann bis zur Artbildung</p>				

führen. Wesentliche Grundlagen der Ökologie und der Evolution werden vorgestellt. An Beispielen aus der Parasitologie wird die ökologische Realisierung bestimmter Entwicklungsabläufe und Baupläne gezeigt. Die Verhaltensweisen der Tiere haben ebenso wie ihre morphologischen Merkmale eine Individualentwicklung, die von der Verhaltensforschung untersucht wird. Verschiedene Verhaltensweisen haben in der Stammesgeschichte ursächliche Bedeutung als Isolationsmechanismus; generell erhöhen sie den Überlebenswert. In diesem Zusammenhang werden die Grundleistungen und der Feinbau des Nervensystems und der Sinnesorgane ausgeführt.

Literatur:

- Begon, M., Townsend, C.R. & J.L. Harper Ecology: From Individuals to Ecosystems . Blackwell Publishing
- Westheide, W. & Rieder, R.: Spezielle Zoologie. Spektrum Verlag
- Wehner, R. & W. Gehring: Zoologie, Thieme Verlag
- Weitere Literaturangaben erfolgen zu Beginn der Vorlesung.

Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Tiere

Die Übungen werden begleitend zur Grundvorlesung durchgeführt. Der Vorlesungsstoff einer Woche wird exemplarisch jeweils anhand von Demonstrationsobjekten in der Übung vertieft. Zu jedem Kurstag findet eine einführende Vorlesung statt. Analog zur Vorlesung gliedern sich die Übungen in drei Teile mit folgendem Inhalt:

1. Teil: Einführung in die Technik des Mikroskopierens – licht- und elektronenmikroskopische Strukturen der Zelle – Mitose – ausgewählte Protozoen aller Klassen: Flagellata, Rhizopoda, Sporozoa, Ciliata.
2. Teil: Präparationstechnik und vergleichende Anatomie (makroskopisch – mikroskopisch) an Wirbellosen: Coelenterata – Plathelminthes – Nematelminthes – Annelida – Insecta – Mollusca – Echinodermata
3. Teil: Präparationstechnik, vergleichende Anatomie (makroskopisch und mikroskopisch) und Funktion der Chordata: Lanzettfischchen und Forelle – Maus – Gehirn und Sinnesorgane (Dornhai) – Gewebekunde der Säugetiere

Zur Kursvorbereitung wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Literatur:

- Skript zu den Übungen
- Storch, V. & U. Welsch: Kükenthals Leitfaden für das zoologische Praktikum. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg [u.a.], ISBN 3-8274-1111-4 Gb.

Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Tiere

Ausgewählte Tiergruppen, die auch im Verlauf der Grundvorlesung behandelt werden, sind Gegenstand dieser Übung zur Formen- und Artenvielfalt von Wirbellosen und Wirbeltieren. Das Erkennen und Zuordnen von präparierten Tieren, die aus der Lehrsammlung bereitgestellt werden, erfolgt anhand der Bestimmungstabellen des Buches von P. Brohmer „Fauna von Deutschland“ und wird meist mit Hilfe von Mikroskopen durchgeführt. Das Kursprogramm ist Bestandteil des Skripts, welches im Anschluss an die Einführungsveranstaltung ausgegeben wird. Zu jedem Thema findet einmal in der Woche eine einführende Vorlesung statt.

Behandelte Tiergruppen:

Aus didaktischen Gründen werden an den beiden ersten Kurstagen mit Fischen, Amphibien, Reptilien und Säugetieren die Wirbeltiere bearbeitet. Der dritte Kurstag leitet über zu den „Wirbellosen“ und behandelt marine, limnische und terrestrische Mollusken. Die Insekten haben mit insgesamt sechs Kursnachmittagen entsprechend ihrer Artenvielfalt und ökologischen Bedeutung besonderes Gewicht. An zwei weiteren Kurstagen werden die verbleibenden Arthropodengruppen – Myriapoda, Crustacea und Chelicerata – behandelt. Die letzten beiden Kurstage behandeln Organismen aus unterschiedlichen systematischen Gruppen, die entsprechend ihres Habitats und ihrer Nahrungsökologie zusammengestellt wurden: Boden und Laubstreu sowie Blütenbesucher.

Die in den Übungen erarbeiteten Kenntnisse finden unmittelbare Anwendung im Zuge der „Floristischen und faunistischen Übungen im Gelände“ im zweiten Studiensemester. Sie sind Arbeitsvoraussetzung für alle späteren Veranstaltungen der Tiersystematik, Evolutionsbiologie sowie der Ökologie.

Literatur:

- Skript zu den Übungen
- Brohmer, P. (Begr.): Fauna von Deutschland: ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, ISBN 3-494-01326-8 Pp, (in der jeweils aktuellsten Auflage)

Grundmodul Botanik und Biodiversität (2. Semester, Sommersemester)				
Vorlesungsnummern:		190 000 (Vorlesung), 190 001 (Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Pflanzen und Pilze), 190 002 (Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Pflanzen und Pilze)		
Veranstaltungstyp:		Vorlesung, Übungen		
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: ja
SWS: 12	CP: 16	Workload: 480 Stunden		Angebot im: SoSe
Lehrbereich (Dozent/innen):		LS Allgemeine und Molekulare Botanik (Kück, Nowrousian) und LS Evolution und Biodiversität der Pflanzen (Stützel)		
Teilnehmerzahl:		alle Studierenden des 2. Fachsemesters		
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc. oder B.A. Biologie		
Anmeldung:		Die Anmeldung zu den Veranstaltungen erfolgt online im vorausgehenden WiSe. Die Fristen werden über Aushang im Dekanatsflur und über das Internet bekannt gegeben.		
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen laufen während der gesamten Vorlesungszeit.		
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> • Übungen: <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfung der Vorbereitung – Überprüfung der regelmäßigen und aktiven Teilnahme (Kontrolle von Zeichnungen, Bestimmungswegen, etc.) – Anlegen eines Studienherbars • Grundmodulprüfung Botanik und Biodiversität (2-stündige Klausur) über den Inhalt der Vorlesung und die Theorie der Übungen. Zulassungsvoraussetzung ist die Teilnahme an den zum Modul gehörigen Veranstaltungen. <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>		
<p>Lernziele:</p> <p>Erlangen botanischer Grundkenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion der pflanzlichen Zelle • Bau und Funktion von Geweben • Grundlagen der Entwicklung und Differenzierung pflanzlicher Zellen • Morphologie und Anatomie des Kormus • Pflanzliche Entwicklungsbiologie – Genetische Grundlagen • Grundlagen der Fortpflanzung (Fortpflanzungssysteme, Entwicklungszyklen, Befruchtungsmodi) • Grundlagen und Methoden der Evolutionsforschung • Grundlagen und Methoden der botanischen Systematik • Übersicht über die Evolution der Hauptgruppen (Cyanobakterien, Algen, Pilze, Moose, Farnpflanzen, Samenpflanzen) • Grundlagen, Fragestellungen der Geobotanik • Probleme der angewandten Botanik, des biologischen Umweltschutzes • Kenntnisse über die einheimische Flora (Morphologie, Systematik, elementare Artenkenntnis) <p>Erlernen von Methoden und praktischen Fertigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellen botanischer Präparate (Total- und Schnittpräparate) • Mikroskopieren (Hellfeld, Durchlicht, Phasenkontrast, Einstellungen am Gerät) • Wissenschaftliches Zeichnen • Umgang mit dem Stereomikroskop • Umgang mit botanischer Bestimmungsliteratur • Anlegen eines Herbariums 				

Vorlesung „Grundlagen der Botanik und Biodiversität“

Als Einführung werden die wesentlichen Stoffkomponenten pflanzlicher Zellen behandelt, um anschließend ihren Bau und ihre Funktion verstehen zu können. Aufbauend auf diesem Wissen werden die verschiedenen Gewebeformen vorgestellt und die Zusammenhänge zwischen Morphologie und Funktion dargelegt. Es schließen sich die Grundlagen zur Differenzierung pflanzlicher Zellen an, um hiervon abgeleitet die genetischen Erkenntnisse wiederzugeben, die für das Verständnis der Entwicklung und Differenzierung pflanzlicher Zellen notwendig sind.

Der erste Teil der Vorlesung wird durch eine allgemeine Darstellung des Kormus in seiner Morphologie und Anatomie abgerundet. Ausgehend von der Samenkeimung werden Bau und Leistung von Spross, Blatt und Wurzel sowie ihre Metamorphosen erläutert. Als Einführung in die Systematik werden die genetischen Grundlagen der Fortpflanzung gegeben. Dabei wird auf Fortpflanzungssysteme, Entwicklungszyklen und Befruchtungsmodi eingegangen. Nach der Erläuterung allgemeiner Grundlagen und Methoden der Evolutionsforschung und botanischer Systematik folgt eine Übersicht über die Evolution der Hauptgruppen des Pflanzenreichs (Cyanobakterien, Algen, Pilze, Moose, Farnpflanzen, Samenpflanzen) unter Einschluss von Entwicklungsgeschichte, Paläobotanik und ökologischen Zusammenhängen. In enger Verbindung zur Systematik steht die Geobotanik (mit Arealkunde, Standortslehre, Vegetationskunde, Floren und Vegetationsgeschichte), in deren Fragestellungen und Grundtatsachen kurz eingeführt wird. Auch Probleme der angewandten Botanik und des biologischen Umweltschutzes werden berücksichtigt.

Literatur:

- Strasburger, Eduard (Begr.): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Heidelberg [u.a.]. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin (in der jeweils aktuellsten Auflage)

Übungen in Zellbiologie, Bau und Funktion der Pflanzen und Pilze

Die Übungen sollen die Kenntnisse auf dem Gebiet der pflanzlichen Cytologie, Histologie und Morphologie durch die Arbeit am Objekt vertiefen. Die theoretischen Grundlagen werden in der Vorlesung und in Vorbesprechungen innerhalb der Übungen vermittelt. Anhand repräsentativer Beispiele wird der anatomische Aufbau von Wurzel, Sproßachse, Blatt, Blüte, Frucht und Samen der Spermatophyta mit Hilfe des Mikroskops studiert. Im Vordergrund der Betrachtung stehen die Beziehungen zwischen Bau und Funktion der Pflanzenorgane. Weiterhin werden Grundlagen der Morphologie von Algen und Pilzen vermittelt. Die Kenntnisse sind Voraussetzung zum Verständnis einer zeitgemäßen molekularen Botanik. Gleichzeitig werden Grundkenntnisse in der Herstellung botanischer Präparate vermittelt. Eine Vorbereitung auf die Kursthemen wird erwartet und vor jedem Kurstag mittels Antestat überprüft.

Literatur:

- Kück U., Wolff G. 2009: Botanisches Grundpraktikum, Springer-Verlag, Heidelberg (in der jeweils aktuellsten Auflage)
- Wanner G. 2004: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum, Thieme-Verlag, Stuttgart
- Esser K. 2001: Kryptogamen 1. 3. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg
- Nultsch, Wilhelm: Mikroskopisch-botanisches Praktikum für Anfänger, Thieme-Verlag, Stuttgart [u.a.]

Übungen in Evolution, Ökologie und Biodiversität der Pflanzen und Pilze

Die Übungen führen in die Morphologie und Systematik der einheimischen Flora ein. Neben der Vermittlung einer gewissen Artenkenntnis ist es Hauptziel, einheimische Arten von Gefäßpflanzen (Farne und Samenpflanzen) anhand eines Bestimmungsbuches (Rothmaler, Exkursionsflora Bd. 2) eindeutig zu identifizieren. Neben der Bestimmung wird auch die floristische Dokumentation durch Herbarbelege erlernt und geübt. Hierzu sind 40 Belege selbst zu sammeln, zu herbarisieren und zu etikettieren. Eine Vorbereitung auf die Kursthemen wird erwartet und stichprobenartig überprüft.

Die Inhalte von Vorlesung und Praktika stellen entscheidende Grundlagen für pflanzliche Genetik, Physiologie, Entwicklungsbiologie, Biotechnologie, Strukturbiologie und Molekularbiologie dar.

Literatur:

- Stützel, Th.: Botanische Bestimmungsübungen, 3. Aufl. 2015 Ulmer Verlag
- Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland, Grundband: Gefäßpflanzen, Hrsg. E. J. Jäger 21. Aufl. 2016, Spektrum Verlag Heidelberg

Floristische und faunistische Übungen im Gelände (2. Semester, Sommersemester)				
Vorlesungsnummer:		190 003 (Exkursionen)		
Veranstaltungstyp:		Exkursionen, Nacharbeit im Labor		
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: ja M.Ed.: nein
SWS: 3	CP: 4	Workload: 120 Stunden		Angebot: im SoSe
Lehrbereich (Dozent/innen):		LS Evolutionsökologie und Biodiversität der Tiere (Eltz, Lampert, Tollrian, Vos), LS Evolution und Biodiversität der Pflanzen (Stützel)		
Teilnehmerzahl:		alle Studierenden des 2. Fachsemesters		
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc. oder B.A. Biologie		
Anmeldung:		Online, die Fristen werden über Aushang im Dekanatsflur und über das Internet bekannt gegeben.		
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen laufen während der Vorlesungszeit im Sommersemester.		
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> Praktische Abschlussklausur (Erkennen und Bestimmen von Pflanzen und Tieren der einheimischen Flora und Fauna) Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.		
Lernziele: Übersicht über wichtige Ökosysteme der Region mit charakteristischen Elementen aus Flora und Fauna <ul style="list-style-type: none"> Erlangen bzw. Vertiefen der Kenntnisse über die einheimische Flora und Fauna (Morphologie, Systematik, elementare Artenkenntnis) praktisches Arbeiten und Verhalten im Gelände 				
Inhalt: Die „Floristischen und faunistischen Übungen im Gelände“ werden von den Lehrstühlen Evolution und Biodiversität der Pflanzen und Evolutionsökologie und Biodiversität der Tiere gemeinsam veranstaltet. Auf fünf Halbtagesexkursionen werden wichtige Ökosysteme mit den charakteristischen Elementen aus Flora und Fauna vorgestellt. An einzelne Kurse schließt sich eine Nachbearbeitung im Labor an. Bei dieser Nachbearbeitung werden wichtige Merkmale mikroskopisch analysiert und die Organismen mit Rothmaler „Exkursionsflora“ bzw. Brohmer „Fauna von Deutschland“ bestimmt.				
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> - Skript mit Beschreibungen der besuchten Standorte, Anfahrtsbeschreibung und Artenlisten (wird ausgegeben) - Brohmer, P. (Begr.): Fauna von Deutschland: ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, ISBN 3-494-01326-8 Pp, (in der jeweils aktuellsten Auflage) - Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland, Grundband: Gefäßpflanzen, Hrsg. E. J. Jäger 21. Aufl. 2016, Spektrum Verlag Heidelberg 				
Weitere Literaturempfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> - Rothmaler, W. (Begr.): Exkursionsflora von Deutschland. Band 3, Atlas der Gefäßpflanzen. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin (in der jeweils aktuellsten Auflage) - Düll, R. & H. Kutzelnigg: Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. Quelle und Meyer, Wiesbaden, ISBN 3-494-01229-6 - Streble, H.: Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers; ein Bestimmungsbuch. Kosmos, Stuttgart (Kosmos-Naturführer) ISBN 3-440-08431-0 Pp. - Aichele, D.: Was blüht denn da? Der Fotoband [wildwachsende Blütenpflanzen Mitteleuropas]. Franckh-Kosmos, Stuttgart (Kosmos-Naturführer) ISBN 3-440-07812-4 kart. 				
Anmerkungen: Für die Exkursionen ist eine Lupe (10-fach) sowie das zoologische und das botanische Bestimmungsbuch unerlässlich. Die Exkursionen finden bei jedem Wetter statt. Vor allem bei Gewässerexkursionen sind Gummistiefel erforderlich. Auf den Exkursionen werden über viele Jahre dieselben Standorte mit einer großen Zahl von Studierenden aufgesucht. Es ist deshalb generell nicht gestattet, während der Exkursionen für die Anlegung des Herbariums zu sammeln.				

Grundmodul Biochemie und Biophysik (3. Semester (Wintersemester))

Vorlesungsnummern:		<u>Wintersemester:</u> 190005 (Vorlesung „Grundlagen der Biochemie und Biophysik“), 190007 (Übungen in Biochemie & Biophysik)			
Veranstaltungstyp:		Vorlesungen, Übungen			
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein	M.Ed.: nein
SWS: 9	CP: 10	Workload: 300 Stunden		Angebot: jeweils im WiSe	
Lehrbereich (Dozent/inn/en):		LS Biochemie der Pflanzen (Rögner, Happe), LS Biophysik (Gerwert, Hofmann, Kötting, Lübben), AG Sinnesphysiologie (Störkuhl)			
Teilnehmerzahl:		alle Studierenden des 3. Fachsemesters			
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc.-Studiengang Biologie			
Anmeldung:		Die Anmeldungen zu den Veranstaltungen erfolgen online im vorausgehenden Semester. Die Fristen werden rechtzeitig im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.			
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen laufen während der gesamten Vorlesungszeit.			
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungen: Die Inhalte werden in der Grundmodulprüfung geprüft. • Übungen: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der regelmäßigen und aktiven Teilnahme - Überprüfung der Vorbereitung - Protokolle • Grundmodulprüfung Biochemie und Biophysik (1-stündige Klausur) über die Inhalte der Vorlesung und die Theorie der Übungen. Zulassungsvoraussetzung ist die Teilnahme an den zum Modul gehörigen Veranstaltungen sowie der Nachweis über die erfolgreiche Teilnahme am Chemischen Praktikum. <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>			

Lernziele:

Vorlesungen: Überblick über alle Teilbereiche der Biochemie und Biophysik

Übungen: In exemplarisch ausgewählten Versuchen werden grundlegende Themen der Biochemie und Biophysik behandelt. Dabei werden Basistechniken der Fächer vermittelt. In den Übungen werden der theoretische und praktische Hintergrund der Versuche anhand von Verständnis- und ggf. Rechenaufgaben hinterfragt. Durch die Anfertigung von Protokollen werden Formen wissenschaftlichen Dokumentierens und die Grundlagen der Aufbereitung wissenschaftlicher Information geübt.

Vorlesung „Grundlagen der Biochemie und Biophysik“

a) Biochemie

Zu Beginn wird die Chemie der physiologisch wichtigen Substanzen zum besseren Verständnis der Stoffwechselreaktionen behandelt und zwar nach der üblichen Aufteilung: Kohlenhydrate, Aminosäuren, Proteine, Lipide, Nukleotide. Dann erfolgt eine allgemeine Erläuterung, wie Stoffwechselprozesse heutzutage *in vivo* und *in vitro* methodisch verfolgt bzw. aufgeklärt werden können. Im Folgenden sollen die wichtigsten Stoffwechselprozesse in der Natur, wie Glycolyse, Pentosephosphatzyklus, Zitronensäurezyklus, Gluconeogenese, Synthese von Polysacchariden behandelt werden. Beim oxydativen Endabbau wird die Atmungskette behandelt, vor allem unter Berücksichtigung der dabei notwendigen Methoden. Es folgen die Fettsäureoxydation bzw. Biosynthese von Fettsäuren wie auch von einfacheren Lipiden (Triglyzeride, Phosphatide usw.), die wichtigsten Abbauege der Proteine, also im Wesentlichen das Schicksal des Stickstoffs in Aminosäuren bis zur Ausscheidung als Ammoniak, Harnstoff, Harnsäure usw. Es schließt sich eine Übersicht über die wichtigsten Vitamine und die aus ihnen sich ableitenden Coenzyme an, daran eine allgemeine Betrachtung der Enzyme als Katalysatoren für Stoffwechselprozesse in der Zelle, wobei kurz die

Prinzipien der Struktur eines Proteins und insbesondere eines Enzyms dargestellt werden.

Außerdem werden die Hormone und die Vorstellung über ihre Wirkungsweise besprochen. Zum besseren Verständnis der komplexen Stoffwechselzyklen werden diese als PPT-Folien ins Netz gestellt. Sehr viel Wert wird darauf gelegt, auch im Hinblick auf das biochemische Praktikum, an entsprechender Stelle moderne Methoden einfließen zu lassen, um die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung deutlich zu machen.

Weiterhin wird die Zusammensetzung der DNA und ihre räumliche Struktur erläutert. Die DNA als Grundlage für die biologische Vielfalt des Lebens und als Voraussetzung für die Vererbung soll in der Vorlesung herausgearbeitet werden. Dabei werden Mendelsche Regeln, spezielle Erbgänge, Polygenie und Polyphänie behandelt. Es folgen die Verpackung der DNA sowie deren Aufbau und deren chemische Eigenschaften. Dabei wird auch die Ableitung einzelner Bausteine aus den direkten Stoffwechselwegen und deren Bedeutung besprochen. Insbesondere wird die Synthese der DNA Bausteine behandelt, die Nukleotidsynthese sowie deren Auf- bzw. Abbau. In diesem Zusammenhang werden Enzymkinetiken und Enzymfunktionen erörtert. Schließlich werden Aminosäurekatabolismus, die Biosynthese der Aminosäuren und der Membranlipide als Beispiel für eine nachhaltige, zelluläre Biosynthese in der Zelle vorgestellt. Schließlich wird der Citrat-Cyclus als zentraler Stoffwechsel der Zelle und als Grundlage für die o.g. Stoffwechsel im Detail präsentiert.

Anschließend werden typische Strukturelemente der pflanzlichen Zelle und deren Funktion betrachtet. Danach beginnt eine Fokussierung auf bioenergetische Prozesse, die im Chloroplasten (Photosynthese) oder im Mitochondrion (Atmung) stattfinden, mit der Mitchell-Hypothese als verbindendem energetischen Prinzip. Als Basis hierzu werden Änderungen der freien Energie bei enzymatischen Reaktionen, die Bedeutung des ATP und Energiekopplung bei ATP-liefernden und ATP verbrauchenden Reaktionen besprochen. Weitere Themen sind der molekulare Mechanismus der ATPase und dessen Aufklärung, Redoxreaktionen als Grundlage des photosynthetischen und respiratorischen Elektronentransports und deren energetische Verknüpfung mit Citratzyklus (Mitochondrien) und Calvinzyklus (Chloroplasten), Prinzipien der C- und N-Fixierung in pflanzlichen Zellen und Anpassung dieser Prozesse an die Umgebung sowie biotechnologische Anwendungen aller dargestellter Prozesse.

Literatur:

Pflanzenbiochemie (Heldt/Piechulla) 5. Auflage (Springer Spektrum)
Biochemie (Berg/Tymoczko, Stryer) 5. Auflage (Springer Spektrum, 2012)

b) Biophysik

In der modernen Biologie wird heute versucht, biologische Prozesse auf der molekularen Ebene zu verstehen. In der Biophysik werden dabei biologische Fragestellungen mit hochauflösenden physikalischen Methoden mit atomarer Auflösung untersucht. Damit können biologische Prozesse mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung im Detail aufgeklärt werden. In der Vorlesung werden die grundlegenden biophysikalischen Konzepte vorgestellt, mit denen biologische Prozesse quantitativ beschrieben werden können. Dazu gehören die Thermodynamik, die Elektrochemie, die Reaktionskinetik und der Aufbau der Materie vom Atom bis zu den biologischen Makromolekülen DNA/RNA und Proteinen. Die Enzymkinetik wird im Detail behandelt. Die modernen biophysikalischen strukturauflösenden Methoden wie Röntgenstrukturanalyse, Cryo-Elektronen-Mikroskopie und NMR werden vorgestellt. Aber auch -omics Technologien wie die Proteomanalyse zur Identifizierung von Proteinen werden erläutert. Neben den strukturauflösenden Methoden werden auch zeitauflösende spektroskopische Methoden vorgestellt, so dass am Ende das komplexe Wechselspiel in der lebenden Zelle verstanden werden kann. Weiterhin werden moderne Imaging Methoden, die in der Zellbiologie eingesetzt werden, im Detail erklärt, insbesondere Fluoreszenz- aber auch markerfreie Methoden wie Raman und IR-Spektroskopie. Zur Visualisierung der komplexen Funktion und Interaktion von Proteinen werden heute biomolekulare Simulationen eingesetzt. Auch deren Grundlagen werden erläutert. Ziel ist, ein Rüstzeug für eine quantitative Biologie zu vermitteln und einen Überblick über die Möglichkeiten der modernen biophysikalischen Methoden zu vermitteln, ohne sich dabei zur sehr ins Detail zu verlieren. Anhand konkreter Beispiele wie der lichtgetriebenen Protonenpumpe Bakteriorhodopsin werden die Konzepte und Methoden erläutert. Außerdem werden moderne Entwicklungen wie die Grundlagen der Optogenetik vorgestellt.

Literatur:

- 1) eigenes Vorlesungsskript
- 2) Biophysik, W. Mäntele (2012), UTB Verlag

Übungen in Biochemie und Biophysik

Biochemie I (Rögner):	Puffer und pK-Werte - pH-Titration einer unbekanntes Aminosäure; Prinzipien der Proteinreinigung - Reinigung durch Ionenaustauschchromatographie, hydrophobe Interaktionschromatographie und Gelfiltration; quantitative Bestimmung von Proteinen
Biochemie II (Rögner):	Grundlagen der Enzymkinetik - Charakterisierung von Chymotrypsin und Urease
Biochemie III (Störtkuhl):	DNA-Isolierung aus der Thymusdrüse
Biophysik I (Gerwert, Kötting):	Thermodynamik - Gleichgewichte und stationäre Zustände - Osmotischer Druck, Osmose an einer biologischen Membran, Diffusionsgeschwindigkeit von Gasen, Enthalpie, Entropie, freie Enthalpie
Biophysik II (Gerwert, Lübben):	Elektrochemie. Halbzellen-Redoxpotentiale von Metall/Metallsalzketten, Redoxgleichgewicht, Biobatterie, Potenziometrische Vitamin C Bestimmung, Redoxgleichgewicht von Cytochrom c, Chemiosmotische Energiewandlung
Biophysik III (Gerwert, Hofmann):	Gleichgewicht und Kinetik biochemischer Reaktionen - Demonstrationen Spektralphotometer, Reaktionskinetik, Enzymkinetik, Aktivierungsenergie, Lichtstreuung, Energiewandlung einer Lichtgetriebenen Protonenpumpe

Testate

Der Nachweis der erforderlichen Kenntnisse in der Theorie wird jeweils zu Beginn des Kurses in Form eines schriftlichen Tests erbracht. Das Nicht-Bestehen des Tests führt zu einem erweiterten Nachtestat, in dem Theorie und Praxis des jeweiligen Kurstages geprüft werden.

Abwesenheit

Die entschuldigte Abwesenheit (ärztliches Attest, 1 x möglich) erfordert eine mündliche Prüfung beim Kursleiter zum Stoff des betreffenden Kurstages, wenn keine Möglichkeit besteht, den Versuchstag im Laufe der betreffenden Kurswoche nachzuholen.

Protokolle

Zu jedem Kurstag wird ein Versuchsbericht angefertigt (kann als individuelles oder als Gruppen-Protokoll eingereicht werden). Die sorgfältige Notierung aller anfallenden Messdaten und Graphen ist Bestandteil der aktiven Teilnahme an den Übungen. Für die experimentellen Auswertungen mit dem Programm EXCEL stehen PCs zur Verfügung. Die Protokolle sind spätestens eine Woche nach Beenden des betreffenden Versuchsteils abzuliefern. Nach Prüfung durch die Betreuer besteht eine Nachbesserungsmöglichkeit (Protokollablieferung in der darauffolgenden Woche).

Literatur:

- Kursskript mit Theorieteil und allen Versuchsvorschriften sowie ein Tutorial zum Umgang mit dem Programm EXCEL.

Grundmodul Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie (3. Semester (Wintersemester) und 4. Semester (Sommersemester))

Vorlesungsnummern:		<u>Wintersemester:</u> 190006 (Vorlesung „Grundlagen der Genetik und Mikrobiologie“) <u>Sommersemester:</u> 190010 (Vorlesung „Grundlagen der Zell-, Tier- und Pflanzenphysiologie“), 190011 (Übungen in Tierphysiologie), 190012 (Übungen in Pflanzenphysiologie), 190013 und 190014 (Übungen in Genetik und Mikrobiologie), 190015 (Vorlesung „Grundlagen der Bioinformatik“), 190016 (Übungen in Bioinformatik)			
Veranstaltungstyp:		Vorlesungen, Übungen			
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein	M.Ed.: nein
SWS: 26	CP: 30	Workload: 900 Stunden		Angebot: Beginn jeweils im WiSe	
Lehrbereich (Dozent/inn/en):		AG Bioinformatik (Mosig), LS Biologie der Mikroorganismen (Narberhaus, Bandow), LS Molekulargenetik und Physiologie der Pflanzen (Krämer, Schünemann, Piotrowski), LS Tierphysiologie (Lübbert), LS Zellmorphologie und molekulare Neurobiologie (Faissner, Wiese), LS Zellphysiologie (N.N.)			
Teilnehmerzahl:		alle Studierenden des 3. bzw. 4. Fachsemesters			
Teilnahmevoraussetzungen:		Übungen in Tierphysiologie: Grundmodulprüfung "Zoologie und Zellbiologie", Nachweis chemischer Kenntnisse (Erbringung eines Nachweises, z.B. Transkript aus eCampus) Sonstige Lehrveranstaltungen des Moduls: keine			
Anmeldung:		Die Anmeldungen zu den Veranstaltungen erfolgen online im vorausgehenden Semester. Die Fristen werden rechtzeitig im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.			
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen laufen während der gesamten Vorlesungszeit im WiSe und SoSe.			
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungen: Die Inhalte werden in der Grundmodulprüfung geprüft. • Übungen: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der regelmäßigen und aktiven Teilnahme - Überprüfung der Vorbereitung - Protokolle • Grundmodulprüfung Physiologie, Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie (3-stündige Klausur) über die Inhalte der Vorlesung und die Theorie der Übungen. Zulassungsvoraussetzung ist die Teilnahme an den zum Modul gehörigen Veranstaltungen sowie der Nachweis über die erfolgreiche Teilnahme an den Floristischen und Faunistischen Übungen im Gelände. <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>			
<u>Lernziele:</u>					
Vorlesungen:		Überblick über die wichtigsten Teilbereiche der Pflanzen- und Tierphysiologie, der Bioinformatik sowie der Genetik und Mikrobiologie			
Übungen:		In exemplarisch ausgewählten Versuchen werden grundlegende Themen der Physiologie Bioinformatik, Genetik und Mikrobiologie behandelt. Dabei werden Basistechniken der Fächer vermittelt. In den Übungen werden der theoretische und praktische Hintergrund der Versuche anhand von Verständnis- und ggf. Rechenaufgaben hinterfragt. Durch die Anfertigung von Protokollen werden Formen wissenschaftlichen Dokumentierens und die Grundlagen der Aufbereitung wissenschaftlicher Information geübt.			

Vorlesung „Grundlagen der Genetik und Mikrobiologie“

Diese Vorlesung im 3. Semester vermittelt grundsätzliche Konzepte der molekularen Genetik und Mikrobiologie. Dabei steht die Organisation und Realisierung der genetischen Information in Bakterien sowie deren gezielte Veränderung durch moderne gentechnologische Methoden im Vordergrund. Ausgehend von klassischen Befunden aus der Genetik und Mikrobiologie wird eine Übersicht über den Aufbau von Mikroorganismen gegeben. Die strukturelle und physiologische Vielfalt von Bakterien wird vorgestellt, bevor auf bakterielle Genome eingegangen wird. Der Darstellung der molekularen Struktur und Replikation der DNA folgt die Behandlung von Rekombinations- und Mutationsvorgängen als Voraussetzung für genetische Variabilität und Genom-Dynamik. Es schließt sich eine Einführung in die verschiedenen Ebenen der Realisierung von genetischer Information - also der Genexpression - an, die die Transkription, RNA-Modifikationen und Translation umfasst. Nach der Besprechung dieser prinzipiellen Prozesse werden dann exemplarisch molekulare Systeme vorgestellt, die eine regulierte Genaktivität erlauben. Abschließend wird auf moderne Methoden der Gentechnologie eingegangen und es werden aktuelle genetische Modellsysteme behandelt, mit denen insbesondere in der Grundlagenforschung routinemäßig gearbeitet wird.

Literatur:

- Knippers, Molekulare Genetik, Thieme Verlag
- Madigan et al., Brock Biology of Microorganisms, Prentice Hall

Vorlesung „Grundlagen der Zell-, Tier- und Pflanzenphysiologie“

I. Pflanzenphysiologie

Entwicklungsphysiologie:

Besonderheiten der pflanzlichen Entwicklung und Physiologie;
Modellpflanzen, Arabidopsis als Modellorganismus: Genotyp-Phänotyp, Expression, Protein;
Entwicklungsphysiologie: Lichtrezeptoren; Photomorphismen vs. Photomodulation; circadiane Rhythmik
Lichtgesteuerte Entwicklung: Skoto- und Photomorphogenese;
Phytohormone: Auxin, Cytokinine & Gibberelline;
Ethylen & ABA, Entwicklung in Abhängigkeit exogener Faktoren: Temperatur, Licht; Photoperiode;
Übergang vegetative → reproduktive Phase: Blühinduktion; Seneszenz, programmierter Zelltod (→ Xylem)

Stressphysiologie und Mineralhaushalt:

Nährstoffe/Mangel/N-Kreislauf/Problem der Eisenverfügbarkeit in Böden;
Mineralstoffaufnahme/Struktur-Funktion der Wurzel, Wurzel/Ionenaufnahme/Membrantransport/
Membranpotenzial;
Transportproteine und deren Mechanismen im Hinblick auf das Membranpotenzial/Bsp. Fe-Aufnahmestrategien

Photosynthese:

Licht, C-Assimilation Photosynthese, Licht-, Dunkelreaktionen, Chloroplasten: C3, Stomata, C4, CAM
N-Assimilation/S-Assimilation; Fundamentale Polymere: Stärke, Zellwand

Mineral- und Wasserhaushalt:

Wasserhaushalt und Xylemtransport; Assimilattransport
Verteilung von Nährstoffen; Regulation der Nährstoffaufnahme/Verteilung Bsp. miRNAs, Wasserpotential

Anpassung:

Physiologische Anpassung: Akklimatisierung; Regulation Stomataöffnung; evolutionäre Anpassung: Adaption

Sekundärstoffwechsel:

Definitionen und Konzepte, phenolische Substanzen: Shikimatweg, Beispiele; Terpenoide: Biosynthese und Beispiele; stickstoffhaltige Verbindungen: Alkaloide, cyanogene Glykoside und Glucosinolate, nicht-proteinogene Aminosäuren

Biotische Interaktion:

Definitionen, Symbiosen: Flechten, Mykorrhiza und stickstofffixierende Symbiosen
Pathogenabwehr: präformierte, allgemein induzierte und pathogen-spezifische Abwehr, Gen-für-Gen-Interaktion, Salicylsäure, systemisch erworbene Resistenz
Herbivorenabwehr: konstitutive und induzierte lokale/systemische Abwehr, Jasmonsäure

Literatur:

- Strasburger, Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften, Springer-Spektrum-Verlag, 37. Auflage 2014
- Weiler, Nover: Allgemeine und molekulare Botanik, Thieme Verlag, 2008

II. Tierphysiologie, einschließlich Zentralnervensystem und Biokybernetik

Die Tierphysiologie behandelt die Funktionsprinzipien der Organe und das Zusammenspiel verschiedener Organe. Besonderer Fokus liegt auf Wirbeltieren bzw. dem Mensch. Der dargebotene Stoff soll dem exemplarischen Lernen dienen und wird so ausgewählt, dass er bei weiterem Selbststudium das Verständnis anderer und spezieller Funktionskomplexe ermöglicht.

Die Vorlesung ist wie folgt gegliedert:

1. Einführung in das Arbeitsgebiet;
2. Atmung und Gaswechsel: Atmungsorgane, Atemgasaufnahme und -transport (Sauerstoff, CO₂), anatomische Anpassungen
3. Exkretion und Osmoregulation: Mineralhomöostase in unterschiedlichen Umgebungen (Süßwasser, Salzwasser, Land), Grundprinzipien der Exkretion, Aufbau der Säugerniere, Urinproduktion, hyper- / iso- / hypoosmotischer Urin
4. Nährstoffe und Ernährung; Nahrungsaufnahme, Verdauung, Resorption; Nährstoffbedarf, Brennwerte und Besonderheiten der Nährstoffe; Verdauungstrakt, Verdauungs- und Resorptionsmechanismen
5. Hormon-Produktion, -Transport, -Wirkung und -Abbau; Hormon-Rezeptoren und deren Wirkungsmechanismen; Beispiele von Hormonsystemen und -wirkungen
6. Integration hormoneller und neuronaler Regulation, Beispiel: Appetit bei Säugern
7. Immunsystem: Aufbau des Immunsystems, spezifische und unspezifische Immunantwort
8. Blut: Zusammensetzung des Blutes, zelluläre und molekulare Bestandteile, Transportfunktionen, Blutgruppenantigene, Physiologie der Erythrozyten und Thrombozyten, Blutgerinnung
9. Zelluläre und molekulare Neurophysiologie: Zelltypen im Nervensystem, Zell-Zell-Kommunikation, Physiologie der Signalübertragung, Physiologie der verschiedenen Neurotransmittersysteme (Dopamin, GABA, Serotonin, etc.), Physiologie der chemischen Synapsen, intrazelluläre Signalkaskaden und second messenger pathways
10. Funktionelle Neuroanatomie: Übersicht über den anatomischen Aufbau des ZNS, PNS, der Meningen und Liquorräume, sowie der Blutgefäße im Gehirn, Anatomie und Funktion verschiedener Hirnregionen, insbesondere verschiedener Kerngebiete (z.B. Basalganglien, Raphe-Kerne, etc.), Neurodegenerative Erkrankungen mit Ursachen und Mechanismen, Übersicht über die Physiologie von Bewusstsein, Wahrnehmung, Schmerz und die Biologie psychiatrischer Erkrankungen
11. Neurotoxine und Drogen: Definition von Droge und Neurotoxin, Übersicht über verschiedene Toxin- und Drogenklassen, Wirkorte und Wirkweisen im ZNS
12. Haut: Funktionen der Haut, zelluläre Anatomie, Physiologie der Regeneration der Epidermis, Pigmentierung, Hautkrebs, Sensorik der Haut
13. Grundlagen der Neuro- und Sinnesphysiologie, Membranpotential, Aktionspotential, Ionenkanäle und Ionenpumpen
14. Physiologie des Muskels;
15. Sinnesphysiologie, Reiztransduktion, Erregungsbildung und -fortleitung, funktionelle Typen von sensorischen Systemen;
16. Zentralnervöse Informationsverarbeitung, Hörbahn, Riechbahn, retinale und tectale Informationsverarbeitung;
17. Steuerung von Kreislauf und Atmung

Detaillierte Vorlesungsinhalte des Vorlesungsteils des Lehrstuhls für Zellbiologie sind auf folgender Internetseite zu finden:

<http://www.cphys.ruhr-uni-bochum.de/lehre.htm>

[Detaillierte Vorlesungsinhalte des Vorlesungsteils des Lehrstuhls für Tierphysiologie sind in Moodle zu finden:](#)

Moodle-Kurs:

Grundlagen der Zell-, Tier- und Pflanzenphysiologie (Teil Zell- und Tierphysiologie)

<https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/course/view.php?id=8012>

(Das Passwort kann im Sekretariat erfragt werden und wird in der 1. Vorlesung bekannt gegeben.)

Literatur:

Lehrbücher Tierphysiologie, z.B.:

- Klinke-Silbernagel, Lehrbuch der Physiologie
- Schmidt-Thews, Physiologie des Menschen, Springer Verlag
- Kandel-Schwartz-Jessel-Siegelbaum, Principles of Neural Science
- Eckart-Randall-Augustine, Tierphysiologie, Springer Verlag
- Penzlin, Lehrbuch der Tierphysiologie, Gustav Fischer Verlag

Vorlesung „Grundlagen der Bioinformatik“

Die Vorlesung vermittelt die grundlegenden Konzepte, die zum Verständnis sowohl etablierter als auch aktueller Bioinformatik-Ansätze zur Analyse von Sequenzen, Strukturen und Phänotypen biologischer Entitäten sowie deren Funktion und Evolution notwendig sind. Neben den informatischen Grundlagen werden die biologischen und methodischen Zusammenhänge zwischen den elementaren Ansätzen zur Analyse von Sequenz, Struktur und Evolution erläutert.

Thema 1: Grundlagen der Informatik

- Lerneinheit 1.1: Reguläre Ausdrücke und Endliche Automaten
- Lerneinheit 2.1: Von endlichen Automaten zu Turing-Maschinen
- Lerneinheit 2.2: Komplexität: Wie schnell ist eine Turing-Maschine?

Thema 2: Sequenzvergleiche und Homologie

- Lerneinheit 2.1: Dot Plots und globaler Vergleich von Sequenzen
- Lerneinheit 2.2: Lokaler Vergleich von Sequenzen und Homologie-Suche

Thema 3: Distanz-basierte Phylogenie

- Lerneinheit 3.1: Genetische Distanzmaße
- Lerneinheit 3.2: Agglomerative Inferenz phylogenetischer Bäume
- Lerneinheit 3.3: Das Neighbor Joining Verfahren
- Lerneinheit 3.4: Wurzeln, Bootstraps und Molekulare Uhren

Thema 4: Sequenzierung und Annotation von Genomen

- Lerneinheit 4.1: Whole-Genome Shotgun Sequenzierung
- Lerneinheit 4.2: Annotation von Genomen

Thema 5: Hochdurchsatz-Sequenzierung und Genexpression

- Lerneinheit 5.1: Grundlagen der Hochdurchsatz-Sequenzierung
- Lerneinheit 5.2: Read-Mapping
- Lerneinheit 5.3: Analyse von Genexpressions-Daten

Thema 6: Vorhersage und Analyse von RNA-Sekundärstrukturen

- Lerneinheit 6.1: Darstellung von RNA-Sekundärstruktur
- Lerneinheit 6.2: Vorhersage von RNA-Sekundärstruktur

Thema 7: Neuronale Netze und überwacht maschinelles Lernen

- Lerneinheit 7.1: Das Perzeptron
- Lerneinheit 7.2: Feed-Forward Neuronale Netze
- Lerneinheit 7.3: Der Backpropagation Algorithmus

Literatur:

- Mount, David. Bioinformatics – Sequence and Genome Analysis, Second Edition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004.
- Merkl, Rainer. Bioinformatik: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen, Wiley.

Übungen in Genetik und Mikrobiologie (Teil Prokaryontengenetik)

In diesem Praktikum sollen grundlegende Methoden zur genetischen Analyse von Bakterien vermittelt werden. Neben Mechanismen des natürlichen Genaustausches zwischen Bakterien wird auch die Biologie von Plasmiden und deren Anwendung in der Gentechnologie vorgestellt. Die sechs Kurse gliedern sich wie folgt:

1. Grundlagen der Prokaryontengenetik

Allgemeine Kennzeichen von Bakterien, Identifizierung von Bakterien anhand genetischer Marker; Bakteriophagen

2. Mutationen und Mutanten

Auslösung von Mutationen durch Chemikalien und UV-Strahlung; Phänotypische Charakterisierung von *recA*- und *rpoH*-Mutanten

3. Transduktion und Konjugation

Allgemeine Transduktion von *E. coli*-Genen durch den Phagen P1; Übertragung des F-Plasmids durch Konjugation

4. Antibiotika-Resistenz

Transfer von Resistenz-Plasmiden durch Konjugation; Bakteriozide und bakterio-statische Wirkung von Antibiotika; Antibiogramme

5. *In vitro*-Gentechnologie

DNA-Klonierung; Vektorplasmide und Restriktionsendonukleasen; Transformation von Plasmid-DNA

6. Regulation des *lac*-Operons

Genregulation in Bakterien; Bestimmung der β -Galactosidase-Enzymaktivität

Literatur:

- Knippers, Molekulare Genetik, Thieme Verlag

Übungen in Genetik und Mikrobiologie (Teil Cytogenetik)

In den Übungen zur Cytogenetik werden in 6 Kursen die cytologischen Grundlagen der Vererbung (Meiose, interchromosomale und intrachromosomale Rekombination) erarbeitet, die Anwendung der Mendel'schen Regeln anhand der Vererbung von Blutgruppenmerkmalen wiederholt sowie die Organisation und Umstrukturierung des genetischen Materials während des Zellzyklus untersucht. Dazu werden überwiegend lichtmikroskopische Techniken (Phasenkontrastuntersuchungen, cytologische Färbungen) eingesetzt; die Nutzung des Kursmikroskops wird an entsprechenden Präparaten geübt. Die Erstellung von Karyogrammen von Probanden auch mit genetischen Defekten zeigt die klinische Relevanz cytogenetischer Untersuchungen.

Bereits am ersten Kurstag erfolgt eine Überprüfung der aktiven Teilnahme.

1. Blutgruppenantigene

Blutgruppenantigene,
Stichprobennahme für DNA-Testung
Formalgenetische Übungen

2. Histone, Verpackung der DNA

Verpackung des genetischen Materials (Histonnachweis in einer Tumor-Zelllinie)
Geschlechtschromosomen, Barr-Körper Nachweis

3. Struktur und Aufbau der Chromosomen

Karyotypisierung, NOR-Färbung menschl. Lymphozyten
G-Bänderung

4. Meiose

Färbung und mikroskopische Analyse der Meiosestadien bei *Locusta migratoria*

5. Riesenchromosomen

Färbung und Analyse von Riesenchromosomen
Extrachromosomale DNA Körper, Amplifikationen von Teilen oder vollständigen Chromosomen

6. Nachweis der HLA Antigene

Immunhistochemischer HLA Nachweis
PCR Nachweis

Literatur:

- Versuchsvorschrift zum Kurs
- Katharina Munk, Taschenlehrbuch Biologie, Teil Genetik, Thieme Verlag
- Knippers, Molekulare Genetik, Thieme Verlag

Übungen in Tierphysiologie

Das Praktikum soll in ausgewählten Versuchen aus verschiedenen Teilgebieten der Physiologie durch eigene experimentelle Arbeit Kenntnisse über grundlegende Funktionen des tierischen Organismus vermitteln. Die insgesamt 6 Kurse sind nach Funktionskomplexen angeordnet:

1. Atmung und Exkretion

Ermittlung des prozentualen Variationskoeffizienten (Pipettier- und Rechenübung), Bestimmung der Hämoglobinkonzentration (Photometrie), Veränderung der Harnzusammensetzung: Bestimmung Glucose- und Harnstoffkonzentration (enzymatische Tests), Konzentrierungsleistung der Säugerniere (Photometrie)

2. Nahrungsaufnahme und Verdauungsphysiologie

Test auf Lipaseaktivität im Pankreasextrakt, Wirkung verschiedener Proteasen des Gastrointestinaltraktes, Prüfung des enzymatischen Abbau von Stärke durch verschiedene Substanzen (freie Versuchsgestaltung)

3. Molekulare Pharmakologie

Erstellung einer Restriktionskarte des Dopaminrezeptors (molekularbiologische Methodik), Einfluss von Psychopharmaka auf das Verhalten von Mäusen mit anschließender Lokalisation der beteiligten Gehirnstrukturen (verschiedene histologische Färbungen, Mikroskopie)

4. Herz- und Kreislaufphysiologie

Präparation eines Froschherzens, Oberflächen-EKG des Herzens, Mechanogramm, thermische, pharmakologische und elektrische Reizung des Herzens, Temperaturabhängigkeit der Herzschlagfrequenz von Daphnien, Klappenfunktion des Säugetierherzens (Demonstration).

5. Muskel- und Nervenphysiologie

Präparation von Nerv-Muskelpräparaten d. Frosches, Ruhedehnungskurve und Arbeitsverlust des Muskels, Einzelreizung und Tetanus von Muskelpräparaten, Reizeitspannungskurve und Cronaxie eines Nerv- Muskelpräparates, Nervenleitgeschwindigkeit und Summenaktionspotential.

6. Sinnesphysiologie

Zeitdifferenzschwelle des Hörens beim Menschen, simultane Raumschwelle beim menschlichen Tastsinn, Sehraum des menschlichen Auges, Pulfrich'scher Stereoeffekt, Elektoretinogramm von Insekten, Tarsaler Geschmackssinn

Literatur:

- Versuchsvorschrift zum Kurs mit Übungsaufgaben, Lehrbücher der Tierphysiologie (Empfehlungen werden über Moodle bereitgestellt).

Übungen in Pflanzenphysiologie

In den pflanzenphysiologischen Übungen werden an sechs Nachmittagen inhaltliche und methodische Grundlagen zur Untersuchung von biochemischen und physiologischen Leistungen in Pflanzen dargeboten.

1. Pflanzeninhaltsstoffe/Hormone

Extraktion von Pflanzenmaterial, Auftrennung der Inhaltsstoffe mittels Dünnschichtchromatographie (Chloroplastenfarbstoffe, Xanthinderivate). Reaktionen von Pflanzen auf pflanzliche Hormone: Ansetzen der Versuche.

2. Hormone/Wasserhaushalt

Auswertung der Hormonversuche. Versuche zur Transpiration; Bestimmung der Saugkraft und Permeabilität von pflanzlichen Membranen.

3. Photosynthese

Sauerstoffproduktion in Pflanzen und Algen in Abhängigkeit von der Lichtqualität; Bestimmung mit der Clark'schen Sauerstoffelektrode. Hill-Reaktion (polarographisch und photometrisch) und Stärkenachweis in Pflanzen.

4. Enzymatik

Ermittlung grundlegender Eigenschaften von Enzymen am Beispiel der Alkoholdehydrogenase aus Bäckerhefe mittels eines photometrischen Tests. Alkoholbestimmung in Getränken.

5. Isoenzyme am Beispiel der Peroxidase

Extraktion der Proteine, Auftrennung der Isoenzyme durch native Gelelektrophorese und Nachweis im Gel, Aktivitätsbestimmung, Anfärbung von Handschnitten.

6. Molekulare Pflanzenphysiologie

Isolierung und Analyse von DNA und Proteinen aus Pflanzen

Literatur:

- Versuchsvorschrift zum Kurs mit Übungsaufgaben;
- Strasburger, Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften, Springer-Spektrum-Verlag, 37. Auflage 2014
- Weiler, Nover: Allgemeine und Molekulare Botanik, Thieme Verlag, 2008

Anmerkungen:

Anwesenheitspflicht in allen Kursen und in den Vorbesprechungen; Antestate, Protokolle. Diese Übung ist Voraussetzung für die Teilnahme an Aufbau- und Spezialmodulen im Studienschwerpunkt „Molekulare Botanik und Mikrobiologie“.

Übungen in Bioinformatik

In den Übungen wird der praktische Einsatz von Bioinformatik-Werkzeugen auf biologische Daten vermittelt. Es wird insgesamt sechs Übungsblöcke geben:

Übung 1: Reguläre Ausdrücke

Übung 2: Homologie-Suche und Sequenz-Alignierung

Übung 3: Rekonstruktion Phylogenetischer Bäume

Übung 4: Programmierübung I

Übung 5: Programmierübung II

Übung 6: Vorhersage von RNA-Sekundärstrukturen

Modul Mathematik (1. Semester, Wintersemester)				
Vorlesungsnummern:		Wintersemester (1. Semester) 150 140 Mathematik für Biologen 150 141 Übungen zu Mathematik für Biologen		
Veranstaltungstyp:		Vorlesungen, Übungen		
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein M.Ed.: nein
SWS: 5	CP: 6	Workload: 180 Stunden		Angebot: im WiSe
Lehrbereich (Dozent/innen):		Fakultät für Mathematik (PD Dr. Kacso)		
Teilnehmerzahl:		Platzgarantie für alle Studierenden des 1. Fachsemesters		
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc.-Studiengang Biologie		
Anmeldung:		Online über eCampus (nach Beginn der Vorlesungszeit). Die Aufteilung auf die Übungsgruppen erfolgt während der 1. Vorlesungsstunde.		
Beginn und Ende:		Die Veranstaltungen finden während der gesamten Vorlesungszeit statt.		
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> Abschlussklausur am Anfang, Wiederholungsklausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit des Wintersemesters. Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.		
Lernziele: <ul style="list-style-type: none"> Auffrischung und Vertiefung der Kenntnisse in Mathematik Trainieren des analytischen problemlösenden Denkvermögens Heranführen an wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen 				
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> Elementares Rechnen Folgen, Reihen, Funktionen Differential- und Integralrechnung Gewöhnliche Differentialgleichungen Elemente der linearen Algebra 				
Literatur: wird in der Vorlesung gegeben				

Grundmodul Allgemeine Chemie (1. Semester, Wintersemester)				
Vorlesungsnummern:		<u>Wintersemester</u> 187110 Allgemeine Chemie für Studierende der Geowissenschaften, der Biologie und der Physik		
Veranstaltungstyp:		Vorlesung		
Modul wird angeboten für:		B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein M.Ed.: nein
SWS: 4	CP: 6	Workload: 180 Stunden		Angebot: jeweils im WiSe
Lehrbereich (Dozent/innen):		Prof. Devi, Fakultät für Chemie und Biochemie Prof. Bordignon, Fakultät für Chemie und Biochemie		
Teilnehmerzahl:		alle Biologie-Studierenden (B.Sc.) des 1. Fachsemesters		
Teilnahmevoraussetzungen:		Einschreibung im B.Sc.-Studiengang Biologie		
Anmeldung:		Zu der Vorlesung: online über eCampus Die Fristen werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.		
Beginn und Ende:		während der gesamten Vorlesungszeit		
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:		<ul style="list-style-type: none"> Grundmodulprüfung Allgemeine Chemie (1-stündige Klausur) über den Inhalt der Vorlesung. Zulassungsvoraussetzung: Teilnahme an der Vorlesung. <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>		
Lernziele: Erlangen chemischer Grundkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> Neben grundlegenden Fachbegriffen in der Chemie wird zu Beginn das Verständnis über elementare Grundlagen des Atombaus, des Periodensystems und der Elemente vermittelt. Im weiteren Verlauf wird angestrebt, Inhalte zur chemischen Bindung und der Stoffeigenschaften zu diskutieren und tiefere Einblicke in die Stoffchemie zu erlangen. Die Studierenden können zum Ende des Semesters neben Inhalten zum chemischen Gleichgewicht und Reaktionskinetik auch erste Zusammenhänge der Thermodynamik erfassen. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage, nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung, komplexere Zusammenhänge der Elektrochemie, Säure-Base-Reaktionen, Koordinationschemie sowie Stoffchemie zu erfassen und zu diskutieren. Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome und des Periodensystems. Chemische Energetik: Enthalpie, Entropie, Kalorimetrie. Chemische Bindung: Ionenkristalle, Moleküle und Orbitale, metallische Bindung, Koordinationsverbindungen. Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie und Katalyse. Chemisches Gleichgewicht: Säuren und Basen, Redoxgleichgewichte. Ausgewählte Beispiele zur Stoffchemie der Elemente: Hauptgruppenelemente (Wasserstoff, 3. – 9. Hauptgruppe an ausgewählten Beispielen, Alkali und Erdalkalimetalle. Trends im Periodensystem der Elemente. Übergangsmetalle: Koordinative Bindungen. Nach Ende dieses Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie und können diese sicher anwenden. 				

Vorlesung „Allgemeine Chemie für Studierende der Geowissenschaften, der Biologie und der Physik“

1) Einführung:

u.a. Stoff-Begriff, Stoffeigenschaften, Trennung von Stoffgemischen (u.a. Filtration, Destillation, Extraktion, Chromatographie);
Aggregatzustände;
Einheiten, Dimensionen

2) Atombau und PSE:

u.a. geschichtlicher Einstieg, Elementarteilchen, Isotope;
Radioaktivität, ^{14}C -Datierungsmethode;
Atommasse, molare Masse;
Bedeutung der Elektronenhülle (Quantenzahl, Orbitale, Besetzung, Elektronenkonfiguration)
PSE-Geschichte & Prinzipien des PSE, Oktettregel, Ionisierungsenergie, Größe von Ionen, Bindungsradien;
(Atom-)Spektroskopie

3) Chemische Bindung:

u.a. Ionenbindung, Kovalente Bindung, Elektronegativität, polarisiert kovalente Bindung;
Lewis-Strukturformel, VSEPR;
 δ & π - Bindung, Hybridisierung, MO-Theorie

4) Aggregatzustände & Phasenübergang

u.a. Aggregatzustände (g, l, s), Nichtkovalente Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals- Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen);
Phasendiagramm, Wiederholung: Trennung von Stoffgemischen;
Einführung chemische Reaktion

5) Stöchiometrie

u.a. Prinzipien & Beispiele (Stöchiometrisches Rechnen);
Löslichkeit, Lösung & Stoffgrößen – u.a. Molarität, Massenprozent (vgl. auch Einführung)

6) Chemisches Gleichgewicht:

u.a. Definition, MWG, Le Chatelier;
Gleichgewichtskonstante;
Heterogene Gleichgewichte, Bsp. Osmose;
Lösungsgleichgewichte (Löslichkeitsprodukt) + Beispiele

7) Chemische Thermodynamik

u.a. Definition Enthalpie, Reaktionsenthalpie, Satz von Hess;
Definition Entropie;
Reversible / irreversible Prozesse;
Gibbs-Energie & Gleichgewicht

8) Kinetik

u.a. Reaktionsgeschwindigkeit, Aktivierungsenergie;
Arrhenius-Gleichung;
Katalyse

9) Säuren und Basen

u.a. Konzepte (u.a. Arrhenius und Brønsted), Säure-Base-Gleichgewichte, korrespondierende Säure-Base-Paare, Säurestärke (und Molekülstruktur) & Basenstärke, pH-Wert (Definition und Berechnung), starke & schwache Säuren, Säure-Base-Titration;
Pufferlösung (Prinzip & Beispiele);
Lewis-Säure & Lewis- Base (Bezug zu chemische Bindung);
Hydrolyse von Metallionen

10) Redoxreaktionen & Elektrochemie

u.a. Elektronegativität, Oxidationszahlen, Redoxgleichungen, Redoxtitration;
Nernst- Gleichung, Korrosion, Elektrolyse

11) Koordinationschemie und Farbigkeit

u.a. Komplexbildungsreaktion, Stabilität von Komplexen, Koordinationsgeometrie, Koordinationszahl, Ligandenfeldtheorie, HSAB-Konzept, Metallkomplexe in der Biosphäre; Magnetismus; Spektrometer (Bau & Funktionsweise), Lambert-Beer-Gesetz, UV-Vis-Spektroskopie

12) Einblick in die Stoffe

Wasserstoff und seine Verbindungen
Halogene und Edelgase
Alkalimetalle
Erdalkalimetalle
Übergangsmetalle
Kohlenstoff und seine Verbindungen (u.a. Kohlendioxid)
Aluminium
Silicium (u.a. Kieselgel als stationäre Phase der DC)
Stickstoff und seine Verbindungen (u.a. Ammoniak, Nitrat)
Sauerstoff und seine Verbindungen (u.a. Wasser)
Schwefel und seine Verbindungen (u.a. Sulfate und Sulfide)
Phosphor und seine Verbindungen (u.a. Phosphate)

Literatur:

- T. L. Brown, H. E. LeMay, B. E. Bursten: Chemie. Die zentrale Wissenschaft, Pearson, 2006.

Grundmodul Organische Chemie (2. – 3. Semester)

Vorlesungsnummern:	<u>Sommersemester</u> 187541 Organische Chemie für Biologen <u>Wintersemester</u> 187540 Chemisches Praktikum für Biologinnen und Biologen (in der vorlesungsfreien Zeit zwischen Sommer- und Wintersemester)			
Veranstaltungstyp:	Vorlesung, Praktikum			
Modul wird angeboten für:	B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein	M.Ed.: nein
SWS: 8	CP: 12	Workload: 360 Stunden	Angebot: Beginn jeweils im SoSe	
Lehrbereich (Dozent/innen):	Prof. Huber, Fakultät für Chemie und Biochemie			
Teilnehmerzahl:	alle Biologie-Studierende (B.Sc.) des 2. bzw. 3. Fachsemesters			
Teilnahmevoraussetzungen:	keine			
Anmeldung:	Zu den Vorlesungen: online über eCampus Zum Chemischen Praktikum: online über eCampus Die Fristen werden über Aushang und im Internet bekannt gegeben.			
Beginn und Ende:	Vorlesungen: während der gesamten Vorlesungszeit Chemisches Praktikum: in der vorlesungsfreien Zeit zwischen dem zweiten und dritten Semester			
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:	<ul style="list-style-type: none">• Praktikum:<ul style="list-style-type: none">- Protokolle, Übungsaufgaben- schriftliche Erfolgskontrolle• Grundmodulprüfung Organische Chemie (1-stündige Klausur) über den Inhalt der Vorlesung. Zulassungsvoraussetzung: Teilnahme an der Vorlesung. Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.			

Lernziele:

Erlangen wichtiger Grundkenntnisse der Organischen Chemie:

- Die Vorlesung soll alle wesentlichen Grundkenntnisse der Organischen Chemie vermitteln. Dazu zählen vor allem die Struktur und Reaktivität der wichtigsten Struktureinheiten und funktionellen Gruppen sowie zentrale Aspekte der Stereochemie. Die Studierenden sollen organische Strukturformeln interpretieren und die Eigenschaften und Reaktivitäten einfacher unbekannter Verbindungen vorhersagen können. Außerdem sollen Sie ein Verständnis für die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekülen entwickeln.
- Aufbauend auf dem Wissen zu funktionellen Gruppen sollen die Studierenden zudem grundlegende Kenntnisse zu den wichtigsten Naturstoffklassen erwerben. Hierbei stehen vor allem der molekulare Aufbau und die räumliche Struktur dieser Verbindungen im Vordergrund.

Erlernen von Methoden und praktischer Fertigkeiten:

- Der/die Studierende sollte in der Lage sein, grundlegende chemische Labortätigkeiten auf Basis von Versuchsvorschriften eigenständig durchzuführen (beispielsweise einfache qualitative Analysen, Stofftrennungen und quantitative Bestimmungen/Titrationen).
- Der richtige Umgang mit chemischen Gefahrstoffen soll erlernt werden.

Vorlesung Organische Chemie für Biologen (2. Semester, Sommersemester)

Themen:

Grundlagen; Bindung und Isomerie
Alkane (und Cycloalkane)
Alkene und Alkine
Aromaten
Stereoisomerie
Organische Halogenverbindungen: Substitution und Eliminierung
Alkohole, Phenole und Thiole
Ether und Epoxide
Aldehyde und Ketone
Carbonsäurederivate
Amine
Lipide und Detergentien
Kohlenhydrate
Aminosäuren, Peptide und Proteine
Nucleinsäuren

Literatur:

Harold Hart, Organische Chemie, 3. Auflage 2007, Wiley-VCH
(ggf. als Ergänzung: Axel Zeeck, Chemie für Mediziner, 8. Auflage 2014, Elsevier)

Chemisches Praktikum

Das Chemische Praktikum umfasst 8 Versuchstage.

Themen der Versuchstage:

1. Säure-Base-Titration
2. Puffer und Ionenaustauscher
3. Komplexchemie
4. Analytik
5. Redox-Reaktionen
6. Präparative Organische Chemie
7. Analytische Organische Chemie
8. Adsorption und Chromatographie

Vorkenntnisse:

In der ersten Praktikumshälfte wird die Kenntnis des in der Vorlesung "Allgemeine und Anorganische Chemie für Mediziner/innen, Physiker/innen, Biologinnen und Biologen", in der zweiten Praktikumshälfte des in der Vorlesung "Organische Chemie für Biologen" behandelten Stoffes vorausgesetzt.

Ablauf des Praktikums:

Vor Praktikumsbeginn findet eine verpflichtende Vorbesprechung statt. Weitere Details entnehmen Sie bitte der unten angegebenen Internetseite.

Das Praktikum wird in Raum NBCF 05/689 veranstaltet, dieser befindet sich im südlichen Flachbereich zwischen den Gebäuden NB und NC. Denken Sie daran, dass mit den Versuchen bereits am ersten Praktikumstag begonnen wird.

Weitere Informationen zum Praktikum: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc1/huber/teaching/practicals.html>

Voraussetzungen für den erfolgreichen Abschluss des Praktikums sind:

- die aktive Teilnahme an allen Versuchstagen (samt Protokollierung der Versuche),
- das Bearbeiten der jeweiligen Übungsaufgaben
- das Bestehen der schriftliche Erfolgskontrolle

Entschuldigte fehlende Versuchstage können bei ausreichender Kapazität im Praktikum für Mediziner (ab November) nachgeholt werden.

Literatur

- Skript „Chemisches Praktikum für Biologen und Mediziner“ (ist beim Druckzentrum erhältlich)
- Charles E. Mortimer "Chemie – Das Basiswissen der Chemie"
- Zeeck "Chemie für Mediziner"
- Harold Hart "Organische Chemie".

Grundmodul Physik (2. – 3. Semester)

Vorlesungsnummern:	<u>Sommersemester (2. Semester)</u> 160 035 Vorlesung Physik I 160 036 Übungen zur Physik I <u>Wintersemester (3. Semester)</u> 160 035 Vorlesung Physik II 160 036 Übungen zur Physik II <u>Wintersemester (3. Semester)</u> 160 050 Physikalisches Praktikum für Studierende der Naturwissenschaften mit Physik als Nebenfach			
Veranstaltungstyp:	Vorlesung, Übung, Praktikum			
Modul wird angeboten für:	B.Sc.: ja	M.Sc.: nein	B.A.: nein	M.Ed.: nein
SWS: 13	CP: 19	Workload: 570 Stunden	Angebot: WiSe und SoSe	
Lehrbereich (Dozent/innen):	Prof. Fritsch, Fakultät für Physik und Astronomie (Vorlesungen, Übungen) Dr. D. Meyer, Fakultät für Physik und Astronomie (Physikalisches Praktikum)			
Teilnehmerzahl:	alle Studierenden des 2. bis 3. Fachsemesters			
Teilnahmevoraussetzungen:	Vorlesungen: keine Praktikum: keine			
Anmeldung:	zu den Vorlesungen: online über eCampus, die Fristen werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben. zum Physikalischen Praktikum: online über eCampus, die Fristen werden in den Vorlesungen, sowie im Internet bekannt gegeben			

Beginn und Ende:	Die Veranstaltungen laufen während der gesamten Vorlesungszeit.
Prüfungsmodalitäten und Voraussetzung für die Vergabe von Kreditpunkten:	<ul style="list-style-type: none"> • Praktikum: s. unten • Grundmodulprüfung Physik (2-stündige Klausur) über den Inhalt der Vorlesungen. Zulassungsvoraussetzung: Vorlesungen/Übungen Physik I und II, Physikalisches Praktikum, Modul Mathematik (Statistik) <p>Die CP werden vergeben, wenn die o.g. Leistungen erfolgreich erbracht wurden.</p>
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Grundzüge der Experimentalphysik mit Anwendungen in der Technik und Beispielen aus der alltäglichen Erfahrungswelt • Ableitung der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge ausgehend von einfachen Axiomen • Lösung von einfachen physikalischen Problemen durch Anwendung der in der Vorlesung abgeleiteten Grundformeln
Inhalt:	<p>Vorlesung „Physik I und II für Studierende der Biologie“</p> <p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik von Massenpunkten • Newton'sche Axiome • Äußere Kräfte • Arbeit, Energie, Leistung • Erhaltungssätze für Energie und Impuls • Drehbewegungen • Gravitation • Mechanische und akustische Wellen • Mechanik fester Körper • Mechanik von Flüssigkeiten • Grenzflächen und Grenzflächenspannung • Strömung von Flüssigkeiten und Gasen <p><i>Elektrizitätslehre und Magnetismus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strom, Spannung, Ladung, Widerstand • Elektrische Felder • Magnetische Induktion, magnetisches Feld • Durchflutungsgesetz • Induktionsgesetz • Kräfte in elektrischen und magnetischen Feldern • Materie in elektrischen und magnetischen Feldern • Leitungsmechanismen <p><i>Wärmelehre</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundgrößen • Gasgesetze • Erster Hauptsätze der Wärmelehre • Wärmekapazität und -leitung • Reale Gase <p><i>Optik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Wellen • Geometrische Optik • Brechungsgesetz und Reflexionsgesetz • Optische Geräte • Interferenz und Beugung • Polarisierung <p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau der Atome • Elektronen • atomare Spektren

- Struktur der Atomhülle, Periodensystem
- Aufbau der Kerne
- Radioaktivität
- Wechselwirkung mit Materie

Literatur:

“Physik für Naturwissenschaftler und Ingenieure“

(nur eine kleine Auswahl von ca. 20 Büchern mit ähnlichem Titel auf dem Markt. Alle Bücher enthalten Aufgaben mit Lösungen zum Selbststudium)

- H. Stroppe, Fachbuchverlag Leipzig-Köln
- Dobrinski, Krakau, Vogel, Teubner Verlag Stuttgart
- H.J. Paus, Hanser Verlag

Physikalisches Praktikum

Einführungsseminar (Pflichtveranstaltung)

Für alle Teilnehmer des Physikalischen Praktikums ist die Teilnahme an einem Seminar Pflicht. Die Teilnahme an dieser Veranstaltung wird wie ein vollständig durchgeführter Versuch gewertet und Ihre Ausarbeitung beim nächsten Versuchstermin testiert. **Teilnehmer, die den Seminartermin nicht wahrnehmen, verlieren ihren Praktikumsplatz.**

Versuche

Es werden folgende 8 Versuchsthemen durchgeführt:

- Auswertung von Messdaten
- Absorptionsspektrometrie/Labordiagnostik
- Elektrische Leitung/Ionentransport
- Energieerhaltung/Energieumsatz
- RC-Schaltung/Elektrotonus
- Geometrische Optik/Auge
- Röntgenstrahlung/Röntgendiagnostik
- Gasgesetze/Atmung

Anwesenheit

Bei Krankheit (Attest notwendig) oder sonstigen begründeten Ausfällen wird, wenn möglich, ein Ersatztermin gegen Ende der Veranstaltung angeboten. **Bitte halten Sie in jedem dieser Fälle persönlich Rücksprache mit der Praktikumsleitung.**

Ablauf des Praktikums

Im Laufe des Semesters werden Sie im Physikalischen Praktikum 8 Versuche durchführen. Die darin behandelten Inhalte sind so ausgewählt, dass sie für Ihr weiteres Studium und die anschließende Berufstätigkeit relevant sind. Die physikalischen Inhalte werden direkt im "biologischen" Kontext vermittelt. Die Zusammenhänge sollen insbesondere durch Beispiele, Übungsaufgaben und durch die Versuchsaufbauten selbst verdeutlicht werden.

Material

Für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung erhalten Sie eine ausführliche schriftliche Anleitung (s. Internet). Außerdem erhalten Sie ein Testatheft, welches zu allen Versuchstagen mitzubringen ist und in dem die durchgeführten Aufgaben testiert werden (An- und Abtestat). Ohne Ihr persönliches Anleitungsbuch können Sie nicht am Versuch teilnehmen.

Darüber hinaus sind mitzubringen:

1. Millimeterpapier in DIN A4
2. Zeichenmaterial (Bleistifte, Farbstifte, Lineal, Geodreieck, etc.) zur Anfertigung von Diagrammen
3. Taschenrechner (kein Handy!)
4. DIN A4-Ordner, in dem Sie alle angefertigten Diagramme, sowie die Lösungen von Übungsaufgaben aus den Anleitungen (mit Ihrem Namen versehen) abheften.

Ablauf eines Versuchstags

Vorbereitung

Wann welcher Versuch durchzuführen ist, können Sie Ihrem Terminplan (oder Infotafel vor NB 04/598) entnehmen. Zur Vorbereitung auf die Versuchsdurchführung lesen Sie bitte das erste Kapitel der jeweiligen Anleitung: Kapitel 1 "Biologischer Bezug und Ziel des Versuches". Es gibt Ihnen einen Überblick über die Inhalte des Versuches und eine erste Erläuterung in welchen biologischen Kontexten diese wichtig sind. Sie sollten zumindest dieses Kapitel unbedingt vor dem Versuchstermin gründlich lesen. In einigen Fällen werden Sie darin aufgefordert, sich die Inhalte eines anderen Versuches oder der Vorlesung ins Gedächtnis zu rufen, oder notwendige Arbeitsmaterialien (z.B. Farbstifte) mitzubringen.

Versuchsdurchführung

Der Versuchstermin beginnt pünktlich um 14:30 Uhr im jeweiligen Praktikumsraum. Die Raumnummer finden Sie vor Praktikumsbeginn an der Tafel gegenüber von Raum NBCF 04/595; dort hängt auch ein Gebäudeplan. Orientieren Sie sich bitte rechtzeitig, da verspätetes Erscheinen zum Ausschluss von der Versuchsdurchführung führt.

Während des Praktikumstermins arbeiten Sie Kapitel 2 "Versuchsdurchführung" der Anleitung durch. Es sollte alle notwendigen Informationen zur Versuchsdurchführung enthalten. Bei Unklarheiten stehen außerdem die Assistenten zur Verfügung. Durch gründliches Lesen der Anleitung lässt sich jedoch ein großer Teil dieser Unklarheiten ohne Rückfrage beim Assistenten beseitigen.

Einen wesentlichen Bestandteil der Versuchsdurchführung bildet die Bearbeitung der Fragen. Erst durch die eigenständige Diskussion und Interpretation von Beobachtungen und Messergebnissen werden die physikalischen Zusammenhänge und biologischen Bezüge verständlich. Stellen Sie diese daher nicht zugunsten der reinen Messwerterfassung zurück.

Nachbereitung

Nach der Versuchsdurchführung sollen Sie anhand von Kapitel 3 "Physikalische Grundlagen" die physikalischen Grundlagen der durchgeführten Versuche erarbeiten und anhand weiterer Beispiele kennenlernen, in welchen Kontexten diese Inhalte wichtig werden.

Dabei sind eine Reihe von Übungsaufgaben zu bearbeiten, die sich zum Teil auf Ihre eigenen Messungen, zum Teil auf den biologischen Kontext beziehen. Wichtig ist hierbei die selbstständige Beschäftigung mit den Aufgaben.

Abtestat

Das Abtestat findet am darauffolgenden Versuchstermin pünktlich um 14:00 Uhr in schriftlicher Form statt und zwar in dem Raum, in welchem der Versuch durchgeführt wurde. Für die Erteilung des Abtestates muss mindestens die Hälfte der gestellten Aufgaben richtig gelöst werden.

Versuchsanleitungen

Die aktuellen Versuchsanleitungen erhalten Studierende der Biologie kostenlos bei der Voranmeldung zum Praktikum.

BioPlus (1. - 6. Semester)

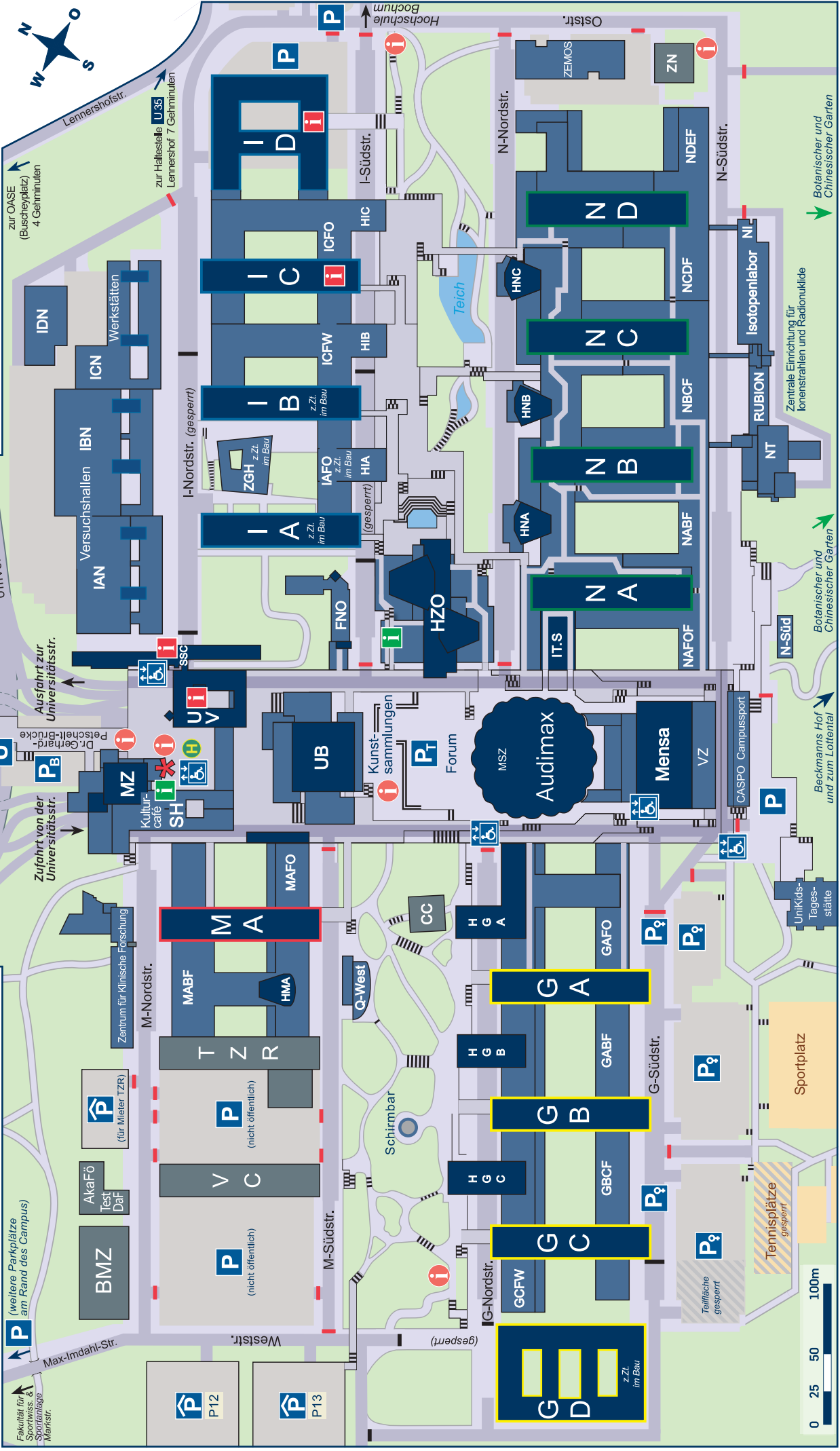
Im Programm BioPlus werden in Ergänzung der fachlichen Ausbildung vertiefende, disziplinübergreifende und/oder berufsqualifizierende Lehrveranstaltungen angeboten, um den späteren Einstieg in die Arbeitswelt zu erleichtern. Das Programm BioPlus gliedert sich dazu in vier verschiedene Bereiche: Soft Skills der Wissenschaft, fachliche Vertiefung, Praxis und Sprachen. Die vermittelten Kenntnisse und Fähigkeiten müssen über das Pflichtcurriculum hinausgehen.

Bei der Anmeldung zur B.Sc.-Arbeit sind 18 Kreditpunkte im Programm BioPlus nachzuweisen. Die Angebote im Programm BioPlus können einer Liste im Internet entnommen werden:

<http://www.biologie.rub.de/studium/bm/bsc/bioplus.html.de>

Gegebenenfalls können auch Lehrveranstaltungen anerkannt werden, die nicht in der oben genannten Liste aufgeführt sind. In diesem Fall ist eine Rücksprache mit der Studienfachberatung Biologie bzw. der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses erforderlich.

Die Module können aus dem Angebot frei gewählt werden; die verschiedenen Bereiche müssen nicht zwingend abgedeckt werden.



Legende

- Information: **i** (rot), **i** (grün)
- interne Information: **i** (rot)
- Info-Tafel: **i** (rot)
- Außenaufzug: **♿**
- Bushaltestelle: **H**
- Schranke (Zufahrt eingeschränkt): **H**
- Zufahrt gesperrt: **—**
- Fußweg: **—**
- Treppe: **|||||**
- Straße: **—**
- Straße unter Campus: **—**
- Mauer: **—**
- Grünfläche: **—**
- Parkhaus: **P**
- Parkplatz: **P**
- Frauenparkplatz: **P♀**
- Besucherparkplatz: **P♂**
- Zentrales Parkhaus (Tiefgarage unter Campus): **P♂**
- Information: **i** (rot), **i** (grün)
- interne Information: **i** (rot)
- Info-Tafel: **i** (rot)
- Außenaufzug: **♿**
- Bushaltestelle: **H**
- Schranke (Zufahrt eingeschränkt): **H**
- Zufahrt gesperrt: **—**
- U-Bahn-Haltestelle: **U**
- Biomedizinzentrum Bochum: **BMZ**
- Campus-Sportanlage: **CASPO**
- Campus-Center: **CC**
- Forum Nord-Ost: **FNO**
- Hörsaalzentrum Ost: **HZO**
- Multimedia-Support-Zentrum: **MSZ**
- Musisches Zentrum: **MZ**
- IT-SERVICES: **IT.S**
- Studierendenhaus: **SH**
- Studierenden-Service-Center: **SSC**
- Technologiezentrum Ruhr: **TZR**
- Universitätsbibliothek: **UB**
- Universitätsverwaltung: **UV**
- Vita Campus: **VC**
- Veranstaltungszentrum: **VZ**
- Zentrum für Grenzflächendominierte Hochleistungswerkstoffe: **ZGH**
- Zentrum für Neuroinformatik: **ZN**

Erläuterungen:
 GA, IA, MA, NA = Hauptgebäude der Gebäudezeilen
 Lettflächen: Kontur gelb = G-Reihe; rot = M-Reihe; blau = H-Reihe; grün = N-Reihe
 GAFO = Flachbereich des Gebäudes GA (Beispiel)
 HIA = Hörsaal des Gebäudes IA (Beispiel)
 Erklärung (Beispiel): NA 1/128: Gebäude NA, Etage 1, Raum 128
 Anmerkung: Etage 1 = 1.Obergeschoss; Etage 01 = 1.Untergeschoss
 * nach unten über Auszug oder Treppen zum Druckzentrum und **i** sowie **H** sowie **♿** sowie **♿** sowie **♿**