



Fachkanon Biologie

Inhaltliche Empfehlungen für grundständige Studiengänge¹

KBF-Beschluss vom 24.5. 2013

¹Gemeinsames Papier der Konferenz Biologischer Fachbereiche (KBF), dem Organ der Biologischen Fakultäten der deutschen Universitäten, Universitäten für Angewandte Wissenschaften, den Studierendenvertretungen, dem Dachverband VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V. und seinen Fachgesellschaften sowie Verbänden der Arbeitgeber und Arbeitnehmer

Fachkanon Biologie

Inhaltliche Empfehlungen für grundständige Studiengänge KBF-Beschluss vom 24.5. 2013

Präambel

Die Biologie ist eine komplexe und dynamische Wissenschaft. Es ist eine permanente Herausforderung, die Lehre auf dem jeweils aktuellen Stand des Wissens zu halten und die intellektuelle Eigenständigkeit, Kritik- und Innovationsfähigkeit bzw. Berufsbefähigung der Absolventen sicherzustellen. Die beruflich nutzbare Qualifikation von Absolventen eines biowissenschaftlichen Studiums hängt entscheidend vom verinnerlichten Verständnis naturwissenschaftlicher Grundlagen und Prinzipien sowie den darauf aufbauenden vertiefenden Kenntnissen und Fertigkeiten in Spezialgebieten der Biologie ab. Absolventen sollten in der Lage sein, diese Fähigkeiten innovativ einzusetzen, um eigenständig oder in Arbeitsgruppen Probleme zu lösen. Sie sollten darüber hinaus auch in der Lage sein, eigenes sowie das Tun anderer kritisch zu hinterfragen - insbesondere auch in der Verantwortung gegenüber Gesellschaft und Umwelt.

Fachliche Standards in der Hochschulausbildung werden von den Fakultäten bzw. Fachbereichen der Hochschulen gegenüber Studierenden, Fachgemeinschaft und Gesellschaft verantwortet. Um die Anforderungen des fachspezifischen Kompetenzerwerbs in ausreichendem Maße gewährleisten zu können, halten es die Fakultäten bzw. Fachbereiche für unerlässlich, ihnen ausreichende Gestaltungsfreiheit im modularen Aufbau hinsichtlich Umfang, Prüfungs-Formen und –Teilen innerhalb der Module zuzugestehen, ferner Teil- und Vorleistungen und auch die Teilnahmeverpflichtung für ausgewählte Veranstaltungen zu verlangen, oder anders formuliert, die KMK-Rahmenbedingungen und landesrechtlichen Vorgaben mit größtmöglicher Freiheit zugunsten der fachspezifischen Erfordernisse zu interpretieren.

Die externe Qualitätssicherung über die Akkreditierung berücksichtigt leider bislang die Vergleichbarkeit von an verschiedenen Standorten gelehrt Fachinhalten nicht in ausreichendem Maße und beschränkt sich weitgehend auf formal-administrative Kriterien. Die Autoren¹ betonen mit Nachdruck die überragende Bedeutung vergleichbarer Fachinhalte als Qualitätskriterium in der biowissenschaftlichen Ausbildung.

Das vorliegende Positionspapier stellt einen im Konsens der Hochschullehrenden, Studierenden, Fachgesellschaften sowie Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbände erstellten und für alle Beteiligten (freiwillig) verbindlichen Fachkanon für grundständige Bachelor-Studiengänge der allgemeinen Biologie dar. Dieses Papier beschränkt sich dabei auf die allgemein anerkannten Grundlagen und will ausdrücklich NICHT die fachlich vertiefenden Bereiche der Ausbildung festlegen. Somit wird ein fachlicher Kompetenzkatalog für Bachelorabsolventen festgelegt, um diesem Personenkreis problemlos und ohne Zusatzaufwand den Zugang zum breiten Spektrum vertiefender Masterstudiengänge (vgl. www.master-bio.de) zu ermöglichen.

¹Konferenz Biologischer Fachbereiche (KBF), das Organ der Biologischen Fakultäten der deutschen Universitäten, Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, Studierendenvertretungen, der Dachverband VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V. und seine Fachgesellschaften sowie Verbände der Arbeitgeber und Arbeitnehmer

Die Vergleichbarkeit der grundständigen Biologie-Studiengänge und der Kanon an gemeinsamen fachlichen Kompetenzen machen die Studiengänge zueinander kompatibel und erleichtern den Studierenden die Mobilität und wechselseitige Anerkennung von Studienleistungen. Dies schafft Transparenz und Verlässlichkeit bei allen Beteiligten. Der hier formulierte Fachkanon für biowissenschaftliche Studiengänge kann und soll darüber hinaus bei der Formulierung des Deutschen Fachqualifikationsrahmens (DQR) hilfreich sein.

Ziele

Die Anforderungen für Studiengänge der Biologie haben folgende Ziele:

- Transparenz bei der Studienwahl durch vergleichbare Bezeichnungen
- Inhaltliche Vergleichbarkeit der vermittelten naturwissenschaftlichen und biologischen Grundkenntnisse und Fertigkeiten
- Sicherstellung einer allgemeinen naturwissenschaftlichen Grundbildung
- Optimierung der Lehre durch Anpassung der Lehr- und Lernformen an die Besonderheiten des Faches Biologie (Fachkultur)
- Erwerb der grundlegenden Kompetenz der Absolventen, neue komplexe Sach- und Wissensgebiete rasch zu erschließen und anzuwenden
- Sicherung der lokalen und fachlichen Mobilität durch erleichterte Anrechnung von „extern“ erbrachten Leistungen
- Erwerb fachlicher, methodischer, personaler und sozialer Kompetenzen
- Erreichen vergleichbarer Eingangsqualifikationen für Masterstudiengänge
- Kompetenzorientierte „Berufsbefähigung“

Die hier formulierten Erwartungen an das Erreichen von Studienzielen mit entsprechenden professionsrelevanten Kenntnissen, Fähigkeiten und Haltungen in der Biologie sind dabei nicht statisch angelegt. Vielmehr unterliegen sie einer ständigen Überprüfung durch die eng kooperierende „Fachcommunity“ aus Fakultäten- und Fachbereichstagen, Studierendenorganisationen, Fachgesellschaften und Verbänden der Berufspraxis. Dieses Papier könnte daher auch als fachspezifische Grundlage genutzt werden, um in der gemeinsam von Academia und Berufspraxis getragenen Fachgemeinschaft als „Gute Praxis in der Hochschulbildung“ – unter Wahrung und Weiterentwicklung der Fachkultur – verstanden zu werden. Der Akkreditierungsrat, die Hochschulrektorenkonferenz sowie der Deutsche Hochschulverband haben bereits mit teils unterschiedlichen Intentionen die Einrichtung einer Kommission aus Vertretern der Hochschulen, Ministerien und auswärtigen Gutachtern vorgeschlagen, die die Vorschläge des vorliegenden Papiers für die Biowissenschaften aufgreifen könnte.

Die Biologie als naturwissenschaftliches Fach

Die Biologie als naturwissenschaftliche Disziplin erfordert grundlegende naturwissenschaftliche und formalwissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten. Neben der Biologie ist insbesondere Wissen in Chemie, Physik, Informatik und Mathematik incl. Statistik von Bedeutung. Nur mit diesen Grundlagen können die „lebenden Teile“ der Natur verstanden werden.

Die Biologie erlebt, wie andere naturwissenschaftliche Disziplinen auch, eine dynamische Entwicklung, auch in interdisziplinären Grenzbereichen. Eine klare Abgrenzung zu benachbarten Fächern (z. B. der Biochemie, Biomedizin, der Biotechnologie, den Umweltwissenschaften, der Nanobiotechnologie bis hin zur Bioinformatik) ist immer willkürlich und teilweise schwierig. Aus diesem Grund hat sich eine Vielfalt an Studiengängen mit mehr oder weniger biowissenschaftlichen Schwerpunkten entwickelt.

Die Studiengangs-Planung und -Entwicklung erfordert eine Abwägung zwischen der Vermittlung allgemeiner Grundlagen und dem stetigen Wissenszuwachs in den Kern- und Grenzbereichen der Biologie.

Der vorliegende Fachkanon zielt darauf ab, die beschriebenen fachlichen Anforderungen zu benennen.

Studiengangtypen

Um für die eigentlichen Studiengänge der Biologie und auch für die teilweise interdisziplinär ausgelegten Studiengänge entsprechend differenzierte Anforderungsprofile zu ermöglichen, werden drei Typen entsprechend ihrem Anteil an biowissenschaftlichen Fächern unterteilt:

- Typ 1** Studiengänge mit einem biowissenschaftlichen Anteil von etwa 2/3 (Biologie und vergleichbare Curricula).
- Typ 2** Studiengänge mit einem biowissenschaftlichen Anteil von etwa 1/2 (z.B. Biochemie, Biotechnologie, Biophysik).
- Typ 3** Interdisziplinäre Studiengänge mit einem geringeren biowissenschaftlichen Anteil (z.B. Bioinformatik, Bioverfahrenstechnik).

Studienziele - Kompetenzen

Studienziele werden durch die Beschreibung derjenigen Lernergebnisse deutlich, die Absolventinnen und Absolventen in ihrer späteren Berufstätigkeit oder für weiterführende Studien benötigen. Die Gestaltung der Studiengänge ist gemäß den Vorgaben des Bologna-Prozesses Output-orientiert und fokussiert auf die zu erwerbenden Kompetenzen. Die Absolventen sollen fähig sein, ihre erworbenen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen anzuwenden, d.h. konkrete naturwissenschaftliche Problemstellungen zu bewältigen.

Die besondere Herausforderung für die Konzeption grundständig fachspezifischer Bachelorstudiengänge ist es, trotz der zeitlichen Begrenzung den Absolventinnen und Absolventen hinreichende naturwissenschaftliche Grundlagen mitzugeben, damit sie auch bei raschem Wandel wissenschaftlicher Entwicklungen gute Chancen für die erfolgreiche berufliche Weiterentwicklung besitzen.

Bei Typ 3-Studiengängen können hinsichtlich Breite und Tiefe sehr unterschiedliche Kompetenzprofile angestrebt werden, während Typ 1-Studiengänge den gemeinsamen Grundkanon an fachlichen Inhalten möglichst vollständig abbilden sollen.

Bachelorstudiengänge in der Biologie (Typ 1)

Ein erfolgreich absolvierter Bachelorstudiengang soll einerseits Absolventen die Grundlagen für ein wissenschaftlich vertiefendes Master-Studium oder ein nicht-biologisches Zusatzstudium schaffen, andererseits auch einen frühen Einstieg ins Berufsleben ermöglichen (Berufsbefähigung). Die Absolventen haben fachliche und methodische Kompetenzen sowie Selbstkompetenz, soziale und kommunikative Kompetenzen erworben, wie sie im Communiqué von Bukarest 2012 der European Higher Education Area (EHEA) Ministerial Conference gefordert wurden².

Fachlicher Kompetenzerwerb

Die Biologie ist eine empirisch arbeitende Fachdisziplin, die sich sowohl korrelativer als auch manipulativer Studien (Pilot-, Feld- und Laborstudien), oftmals experimenteller Natur bedient. Daher erfordert die Erlangung von Fachkompetenz sowohl theoretisches Fachwissen als auch praktische Methodenkompetenz und psychomotorische Fertigkeiten.

Ziele für den erfolgreichen Abschluss eines Bachelorstudiums der Biologie:

Absolventinnen und Absolventen

- haben sich fundierte **biologierelevante mathematische, physikalische und chemische Grundkenntnisse** angeeignet,
- kennen grundlegende Prinzipien/Mechanismen/Funktionsweisen der **Evolution**,
- kennen essentielle Grundlagen **statistischer Methodik** und können diese für biowissenschaftliche Zwecke anwenden,
- kennen zentrale **Grundlagen** der **Molekular-, Zell- und organismischen Biologie**,
- haben biowissenschaftliche **Methodenkompetenz** erworben, die insbesondere auch die Bedeutung und Anwendung geeigneter Kontrollen einschließt, und sind in der Lage, diese Kompetenz auch auf unbekannte Wissensgebiete und Fragenkomplexe zu übertragen,
- sind zu selbstständiger **Arbeitsweise in Labor und Freiland** sowie dem explorativen und experimentellen **Umgang mit Organismen** befähigt,
- verfügen über relevante Grundkenntnisse von **Bio-Sicherheits- und Umweltbelangen sowie weiteren biologierelevanten rechtlichen Grundlagen** und beachten diese in ihrer **Tätigkeit**,
- können auf Basis ihres Fachwissens sachlich argumentieren und hieraus **fachlich begründet** biologische Sachverhalte **beurteilen**. Zudem sollen sie in der Lage sein neben biologischen Fachkenntnissen auch ethische, ökonomische und rechtliche Bewertungsmaßstäbe auf solche Fragestellungen anzuwenden bzw. zu berücksichtigen,
- haben vertiefte **Fachkompetenz in mindestens einem biologischen Spezialgebiet** des Studiengangs erworben,
- sind dazu befähigt, **biologische Aufgabenstellungen zu lösen** und die **Ergebnisse wissenschaftlich korrekt darzustellen**,

² EHEA Ministerial Conference- Bucharest Communiqué (2012):
Making the Most of Our Potential: Consolidating the European Higher Education Area.

- können Kenntnisse aus verschiedenen **Fachgebieten** in einen **übergeordneten Gesamtzusammenhang** bringen,
- können die **Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit** in einen theoretischen Rahmen einordnen, vor dem Hintergrund vergleichbarer Arbeiten **bewerten und** in wissenschaftlichen Arbeiten, Postern und Vorträgen **darstellen**,
- sind in der Lage, mit divergierenden wissenschaftlichen Standpunkten umzugehen und **Sachverhalte differenziert zu diskutieren**.

Selbstkompetenzen, methodische und soziale Kompetenzen

Absolventinnen und Absolventen von Bachelorstudiengängen im Bereich der Biologie:

- haben **konzeptionelles, analytisch-synthetisches, kritisches, lösungsorientiertes und logisches** , Denken trainiert,
- setzen sich mit möglichen gesellschaftlichen, ethischen und umweltbezogenen **Auswirkungen ihres Handelns auseinander**,
- haben **Kommunikationsfertigkeiten** erworben und können wissenschaftliche Informationen mit Experten und Laien angemessen kommunizieren,
- haben ein Bewusstsein und Strategien erworben, ihre fachlichen und überfachlichen Kompetenzen **stetig auszubauen, sich zielgerichtet weiterzubilden** und in ausgewählten Teilbereichen auf dem jeweils aktuellen **Stand des Wissens** zu bleiben,
- sind befähigt, **neue biologische Themengebiete** selbstständig zu **erschließen**.

Anforderungen an die fachlichen Inhalte von Bachelorstudiengängen

- Eine fundierte allgemeine naturwissenschaftliche Grundausbildung als Basis jedes naturwissenschaftlichen Studiums.
- Darauf aufbauend, die Vermittlung grundlegender biologischer Kenntnisse und Fertigkeiten in den unter „Fachlicher Kompetenzerwerb“ genannten Bereichen.
- Hoher „Praxisanteil“ im Studium: Etwa 50 % der Studienleistungen werden als experimentelle Laborpraktika, Übungen, Exkursionen, Geländepraktika sowie Projektarbeiten (inkl. Thesis) in den Präsenzanteilen des Studiums erbracht. Die hohe Relevanz praxisorientierter Studienleistungen ist typisch für biowissenschaftliche Studiengänge. Die hiermit einhergehenden Studien- und Prüfungsleistungen sichern insbesondere das Erreichen einer den angestrebten Lernergebnissen angemessenen soliden Methodenkompetenz ab.
- Die Aneignung vertiefender Fachkompetenz in zumindest einem ausgewählten Teilbereich der Biologie, in dem auch die Abschlussarbeit verfasst wird.
- Die Ermöglichung ausgedehnterer experimenteller oder freilandbiologischer Phasen im Rahmen der für die Biologie typischen, und daher berufsbefähigenden, methodischen Bachelorarbeiten. Auch theoretisch orientierte Fragestellungen sind im Rahmen berufsorientierter Bachelorarbeiten möglich.
- Die Förderung der nationalen und internationalen Mobilität der Studierenden durch flexible Gestaltung des Studienverlaufs in höheren Semestern sowie durch Anerkennung von außerhalb der Heimat-Universität erworbenen Studienleistungen unter Wahrung der geltenden Qualitätsstandards.
- Der Erwerb von fachübergreifenden Schlüsselkompetenzen (Selbstkompetenz, methodische und soziale Kompetenzen) vorzugsweise in biowissenschaftlichen Kontexten.

Gestaltung des Bachelor-Studiums

Der Fachkanon Biologie gibt lediglich eine grobe Auflistung relevanter und wünschenswerter Inhalte in einer „Tiefe“, wie sie auf Bachelorniveau zumutbar ist. Die Ausgestaltung konkreter Curricula ergibt sich aus den jeweiligen Studiengangzielen und angestrebten Lernergebnissen.

Grundlegende fachspezifische Studieninhalte

- **Allgemeine naturwissenschaftliche Studieninhalte** umfassen insbesondere die grundlegenden und die für das Studium notwendigen vertieften Gesetzmäßigkeiten und Methoden aus allgemeiner, anorganischer und organischer **Chemie, Physik, und Mathematik inkl. Statistik**. Diese sind für das Verständnis biologischer Systeme und biologischer Arbeits- und Messmethoden erforderlich.

Grundlegende Studieninhalte der Biologie eines breit angelegten Biologiestudiums umfassen jeweils theoretische und methodisch analytisch-synthetische Kenntnisse bzw. Kompetenzen in folgenden Bereichen:

- **Fachliche Inhalte**

- Genetik, Evolution und Systematik, Physiologie und Biogeographie der Mikroorganismen (inkl. Viren), Pilze, Pflanzen und Tiere (inkl. des Menschen)
- Zellbiologisches, biochemisches, biophysikalisches und molekularbiologisches Verständnis der Funktion einer pro- und eukaryotischen Zelle, sowie subzellulärer und molekularer Systeme
- Struktur, Funktion, Entwicklung und Verhalten ein- und vielzelliger, auch sozial lebender Organismen
- Grundlagen der Neurobiologie
- Ökologie, Ökosystemanalyse
- Aspekte der angewandten Biologie
- Allg. naturwissenschaftliche sowie spezifisch biowissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise und kritische Diskussion wissenschaftlicher Ergebnisse inklusive ihrer soziokulturellen Relevanz
- Rechtliche und regulatorische Grundlagen biologischen Handelns, Bioethische Aspekte

- **Vermittlung von Schlüsselkompetenzen**

- Wissenschaftliches Denken und Arbeiten, kritische Analyse, Synthese und Interpretation, sowie Dokumentation erhobener Daten
- „Gute wissenschaftliche Praxis“, wissenschaftliches Schreiben, sowie Präsentation erhaltener Ergebnisse und Folgerungen inkl. korrekter Erstellung von Abbildungen und Achtung geistigen Eigentums.
- Weitere Regeln „Guter Praxis“ inkl. Sorgfalts- und Organisationspflichten am Arbeitsplatz (z.B. Gefährdung und Gefährdungsbeurteilung, Sicherheitsaspekte und Schutzmaßnahmen, Unterweisungen und Betriebsanweisungen, Arbeits- und Unfallschutz).
- Selbstkompetenz, soziale und kommunikative Kompetenzen

Empfehlenswerte Inhalte für ein breit angelegtes Bachelorstudium Biologie

Die folgende Auflistung und deren Reihenfolge beschreiben die elementaren inhaltlichen Bestandteile des Studiums. Die hier dargestellte Struktur versucht eine Gruppierung nach Themenbereichen, ohne dabei strukturelle oder formale Vorgaben zu machen oder gar modulare Einheiten zu beschreiben. Die Gestaltung und Strukturierung der inhaltlichen Elemente, auch die relative Gewichtung zueinander, kann sich daher unterscheiden. Die Liste der hier genannten relevanten und wünschenswerten Inhalte beschränkt sich auf in eine „Tiefe“, wie sie auf Bachelorniveau zumutbar ist. Die Fakultäten, die von den Vorgaben des Fachkanons erheblich abweichen, sind aufgerufen, dies den Studienwilligen und Studierenden zu kommunizieren (Transparenzgebot).

1. Kernbereich Biologie

Der Anteil dieses Bereichs am Curriculum ist je nach Studiengangstyp (vgl. o.) unterschiedlich hoch und gegebenenfalls durch andere vertiefende Kernbereiche ersetzt. Die Lehrenden verständigen sich, in Abhängigkeit von deren jeweiligen Schwerpunkten, über eine möglichst umfassende Vermittlung der folgenden Themen.

1a Allgemeine Biologie, Evolution und Genetik

- Geschichtliche Entwicklung der Biologie
- Grundlagen der Vererbung, der Steuerung von Entwicklungsprozessen und der genetischen Kontrolle der Umweltadaptation
- Adaptive Mechanismen der Evolution: genetische Drift, Selektion und deren Nachweis, evolutionsstabile „Strategie“, frequenzabhängige Selektion
- Synthetische Evolutionstheorie
- Durchführung genetischer und gentechnischer Experimente
- Erfassung molekularbiologischer Daten, phylogenetische Analysen
- Grundzüge der Bioinformatik, Genomannotation, Genomics, RNomics, Proteomics, Metabolomics, High Throughput Sequencing
- Klassische Genetik (Mendelsche Regeln, Züchtung)
- Molekulargenetik (Mutagenese, Transformation, genetische Modellsysteme)
- Entwicklungsgenetik, Populationsgenetik
- Konzepte der Art und Artbildung sowie kritische Diskussion aktueller und früherer Konzepte
- Auseinandersetzung mit evolutionskritischen Vorstellungen

1b Biochemie, Biophysik- und Physiologie

- Struktur und Funktion von Biomolekülen (Proteine, Nucleinsäuren, Kohlenhydrate, Lipide, Kofaktoren)
- Biochemische Grundlagen (Glykolyse und Gluconeogenese, Citratzyklus, Fettsäure-Oxidation und Fettsäure-Synthese, Stickstoffkreislauf und Harnstoffzyklus, Synthese und Abbau von Aminosäuren und Peptiden, biologische Membranen, Elektronentransport und Atmungskette, ATP Synthese, Photosynthese, tierische und pflanzliche Hormone)
- Mechanismen des Transports und der Informationsübertragung
- Stoffwechsel der Nucleotide und Nucleinsäuren
- Struktur und Vererbung der Erbinformation
- Regulation der Transkription und posttranskriptionelle Modifikationen
- Regulation der Proteinbiosynthese sowie Faltung, Assemblierung, Transport und Degradation von Proteinen
- Protein-Interaktionen und Protein-Kaskaden
- Makroskopische Physiologie der Organismen (Stofftransport, Gasaustausch, etc.)

- Hormone und Endokrinologie

1c Zell- und Entwicklungsbiologie

- Innere und äußere Organisation einer Zelle als Grundeinheit des Lebens
- Aufbau und Biogenese biologischer Membranen, Kompartimente und Organellen
- Funktionelle Elemente einer Zelle im Vergleich zwischen Prokaryot, Tier, Pilz und Pflanze
- Zelluläre Filamente und Zytoskelett
- Funktionelle Zusammenhänge zellulärer Bestandteile
- Entwicklungsbiologie ausgewählter Modellorganismen
- Ausgewählte molekulare Mechanismen der Steuerung von Determinations- und Differenzierungsprozessen
- Etablierung embryonaler Achsensysteme
- Histologie und Zytologie
- Beispiele der Mechanismen von Morphogenese und Organogenese
- Zusammenhänge von Ontogenese und Evolution
- Stammzellen und Zelldifferenzierung

1d Zoologie

- Phylogenie, Bau und Funktion der wichtigsten Tiergruppen
- Taxonomie (Methoden/Theorien), Kurzcharakteristik der Stämme der Tierreiches
- Artenkenntnis und Bestimmung der Arten im Freiland und im Labor
- Struktur tierischer Organe und Gewebe, Fortpflanzung, Ontogenese, Skelettsysteme, Integument, Atmung, Kreislauf, Verdauung, Exkretion, Sinnesorgane, Kommunikationssysteme
- Neurobiologie (Typen von Nervensystemen, Entstehung, Evolution und Diversität von Nervensystemen, neuronale Steuerung des Verhaltens)
- Mechanismen der Sensorik und Motorik
- Grundlagen der Zoogeographie und Evolution der Tiere
- Grundkenntnisse zum Verhalten von Tieren
- Grundlagen der Immunologie und Infektionsbiologie
- Grundlagen der Verhaltensbiologie (Verhaltensweisen auf proximaler und ultimer Ebene, Lernmechanismen und Verhaltensontogenese, Kommunikationsformen, Sozialverhalten)

1e Botanik

- Phylogenie, Taxonomie und Systematik der wichtigsten Pilz- und Pflanzengruppen
- Morphologie pflanzlicher Organismen
- Struktur pflanzlicher Organe, Gewebe und Zellen
- Bau und Funktion ausgewählter Pflanzen und Pilze einschließlich der Entwicklungskreisläufe
- Physiologie der Pflanzen (Photosynthese, molekulare Mechanismen der Anpassung an die Umwelt)
- Kenntnis der wichtigsten heimischen und außereuropäischen Pflanzenfamilien
- Aneignung praktischer Fertigkeiten zur Bestimmung von Pflanzenarten und zur Präparation pflanzlicher Objekte
- Grundlagen der Phytogeographie und Evolution der Pflanzen

1f Mikrobiologie

- Phylogenie, Taxonomie und Systematik pro- und eukaryotischer Mikroorganismen
- Zellbiologie, Physiologie, Regulation und Signaltransduktion bei pro- und eukaryotischen Mikroorganismen
- Mikrobieller Energiestoffwechsel

- Grundlagen der Molekulargenetik der pro- und eukaryotischen Mikroorganismen
- Bedeutung der Mikroorganismen in globalen Stoffkreisläufen, Mikrobiome
- Einsatz von Mikroorganismen in der Umweltmikrobiologie und Biotechnologie
- Verständnis grundlegender Pathogenitätsmechanismen bei pro- und eukaryotischen Mikroorganismen
- Kenntnis und sicherer Umgang mit Biostoffen inklusive Gefährdungsbeurteilung und Einteilung in Schutzstufen

1g Ökologie

- Analyse und Energiehaushalt der Biosphäre, biogeochemische Kreisläufe
- Grundlegende Kenntnisse über die Interaktion von Organismen mit ihrer biotischen und abiotischen Umwelt (Lebensraumansprüche, Anpassungen, Symbiose, Kommensalismus, Parasitismus)
- Ökophysiologie und Umweltpassung auf metabolischer Ebene
- Bioindikation
- Verständnis für ökologische Zusammenhänge und Modelle im Zusammenhang mit aktuellen Umweltfragen
- Grundlegende Konzepte: Ökologische Nische, Stress, Populationswachstum, Konkurrenz, Räuber-Beute-Dynamik
- Grundkenntnisse über die Struktur und Funktion von Ökosystemen
- Angewandte Ökologie (Biodiversitätsforschung, anthropogene Auswirkungen, ökonomische Aspekte)

2. Naturwissenschaftliche Grundlagen

Für das tiefere fachliche Verständnis der Biologie ist eine grundlegende naturwissenschaftliche und mathematische Ausbildung essentiell. Diese bezieht sich vor allem auf die Chemie, Physik sowie Informatik und Mathematik inkl. Statistik.

2a. Allgemeine und Anorganische Chemie

- Grundkenntnisse der Allgemeinen und Anorganischen Chemie (Atome, Moleküle, Ionen, Salze, Molare Größen, Stöchiometrie, Periodizität, chemische Bindung, Energiebilanz chemische Reaktionen, chemisches Gleichgewicht, Fällungsreaktionen, Säure-Base-Begriff und -Reaktionen, Redox-Reaktionen, Elektrochemische Potentiale und Reaktionen, typische Verbindungen der Hauptgruppenelemente, Nebengruppenelemente, Komplexe, Metalle in Lebensvorgängen)
- Quantitative und Instrumentelle Analyse (Titrations und apparative Methoden), Standardreaktionen (Reagenzglasversuche)

2b. Organische Chemie

- Grundkenntnisse der Organischen Chemie, Stoffchemie (z.B. Kohlenwasserstoffe, funktionelle Gruppen, Carbonylverbindungen, Polysaccharide, Aminosäuren, Peptide, Heterocyclen, Nukleinsäuren), Reaktionsmechanismen (z.B. radikalische, nucleophile und elektrophile Substitution, Polarisierete Bindung, Eliminierungen, Reaktionen der Carbonylverbindungen sowie an CC-Mehrfachbindungen, Oxidationen und Reduktionen).
- Erkennen der Zusammenhänge zwischen molekularer und räumlicher Struktur, Bindungskräften, stofflichen Eigenschaften und Reaktivität, Kenntnis wichtiger Reaktionstypen, Stoffgruppen und technischer Herstellungsverfahren, Kenntnis der wichtigsten Naturstoffklassen und deren Bedeutung.

2c. Physik und Physikalische Chemie

- Grundkenntnisse in biologierelevanten Bereichen der Experimentalphysik: Mechanik und Thermodynamik (Bindungsgleichgewichte), ideale und reale Gase, Aggregatzustände und Phasenübergänge, Lösungen und Mischphasen, Gemische und Trennverfahren,
- Elektrizität und (Elektro-)Magnetismus, Schwingungen und Wellen, Optik
- Rechnen mit physikalischen Größen und Einheiten
- Kinetik (phänomenologische Kinetik, experimentelle Methoden, Mechanismen chemischer Reaktionen) und Elektrochemie (Elektrolytlösungen, Elektrodenprozesse, Ionengleichgewichte)
- Atom- und Kernphysik, Radioaktivität und ionisierende Strahlung

2d. Mathematik, Statistik und Informatik

- Funktionale Zusammenhänge, Differentiation und Integration von Funktionen mit einer und mehreren Variablen, Kurvendiskussion, Potenzreihen, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Lineare Gleichungssysteme, statistische Grundbegriffe, Lage- und Streuungsmaße, Regression, Klassifikation und Testen biologischer Modelle, Biologische explorative Statistik, parametrische und nichtparametrische Tests, Dimensionen und Größenbeziehungen in der Biologie, Mathematische Beschreibung dynamischer biologischer Prozesse

3. Schlüsselkompetenzen

- Regularien für Tätigkeiten im biowissenschaftlichen Bereich (Gentechnik, Strahlenschutz, Tierschutz, Natur- und Umweltschutz, Biostoffe, Gefahrstoffe, Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen)
- Allgemeine Regeln „Guter wissenschaftlicher Praxis“ inkl. Sorgfalts- und Organisationspflichten am Arbeitsplatz (Gefährdung und Gefährdungsbeurteilung, Sicherheitsaspekte und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten im Labor, Unterweisungen und Betriebsanweisungen, Arbeits- und Unfallschutz, Kenntnisse über Laboreinrichtungen und Sicherheitsaspekte technischer Geräte)
- Fachkunde entsprechend BioStoffVO bzw. TRBA zur Gefährdungsbeurteilung von und Umgang mit biologischen Materialien sowie weiteren häufig in der Biologie verwendeten Stoffen
- Selbstkompetenz, soziale und kommunikative (auch interkulturelle) Kompetenzen, (Projektmanagement, Reflexivität, Selbstständigkeit, Lernkompetenz),
- Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten unter den Gesichtspunkten der kritischen Auseinandersetzung mit eigenen und fremden Daten sowie korrekten Zitierens

Korrespondenzadressen:

<p>PD Dr. Alois Palmeshofer Sprecher der Konferenz Biologischer Fachbereiche Koordinator BioCareers Fakultät für Biologie Biozentrum der Universität Würzburg Am Hubland; B003, 97074 Würzburg Tel. (+49) 0931-31-84239 a.palmeshofer@uni-wuerzburg.de</p>	<p>Dr. Carsten Roller Ressortleiter Ausbildung&Karriere Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland – VBIO e.V. Geschäftsstelle München Corneliusstr. 12, 80469 München Tel.: (+49) 089-260245-73, Fax: -74 roller@vbio.de</p>
---	---