

Kompetenzprofile der Fächer an den Studienkollegs

Biologie

Kurs M

1. Selbstverständnis des Faches und sein Beitrag zur Kompetenzförderung

Als Wissenschaft von den Lebewesen ist die Biologie eine naturwissenschaftliche Basisdisziplin. Fundierte Kenntnisse über den Aufbau verschiedener Lebewesen und die funktionalen Zusammenhänge der belebten Natur auf globaler, lokaler, organismischer, zellulärer und molekularer Ebene sind für die Studierenden des medizinisch-biologischen Kurses von großer Bedeutung, da disziplinübergreifende Anwendungen dieser Wissenschaft für das Verständnis von Medizin und Veterinärmedizin sowie Pharmazie und Ökologie von hoher Relevanz sind. Die Biologie spielt somit bei der Bewältigung aktueller Schlüsselprobleme eine bedeutende Rolle, da sie einen entscheidenden Beitrag zur Sicherung der Lebensgrundlagen, die Erhaltung der Gesundheit und zunehmend auch zum technischen Fortschritt leistet.

Wissenschaftliche Erkenntnisse sind in der Biologie meist evidenzbasiert, weshalb sich die Arbeit von Biologinnen und Biologen durch ein hypothesengeleitetes Vorgehen zur Erhebung empirischer Daten auszeichnet. Neues Wissen wird in der Biologie daher durch systematisches Beobachten, Vergleichen, Experimentieren und mithilfe von vorwiegend mathematischen Modellen generiert.

Durch die Vermittlung von darauf bezogenen Sach- und Methodenkompetenzen erlangen die Studierenden im Biologieunterricht die inhaltlichen und praktischen Grundlagen, die sie für ein erfolgreiches medizinisches oder naturwissenschaftliches Studium benötigen. Um dieses Ziel zu erreichen, folgt der Biologieunterricht am Studienkolleg den didaktischen Prinzipien der Handlungs- und Kontextorientierung, sowie einer erfahrungsbasierten Wissensgenese. Er fördert die im Folgenden näher beschriebenen fachspezifischen wie auch allgemeinen Kompetenzen, um komplexes und vernetztes Denken in übergreifenden Zusammenhängen zu schulen.

Darüber hinaus fördert der Unterricht die Verantwortungsbereitschaft für die Umwelt sowie für Mitmenschen und die eigene Person und damit die Bereitschaft und Fähigkeit zu ressourcenschonendem, zielorientiertem, respektvollem und autonomem Handeln. Die Studierenden entwickeln fundierte Kenntnisse über die Biodiversität und ein zunehmend reflektiertes Verständnis von sich selbst als Teil eines umfassenden Systems. Sie gewinnen Achtung vor dem Lebendigen, auch indem sie sich mit ethischen Fragestellungen der modernen Wissenschaft auseinandersetzen. Angesichts der multikulturellen Lerngruppen am Studienkolleg und der weltweit stark vernetzten Naturwissenschaften können diese Fragen mit einem globalen und interkulturellen Blick diskutiert werden.

2. Kompetenzbereiche

Sachkompetenz

Der Kompetenzbereich „Sachkompetenz“ umfasst die zunehmend sichere Anwendung von Wissen über biologische Phänomene, Begriffe und Prinzipien sowie das Vermögen, neue

Unterrichtsinhalte zu erarbeiten und jeweils in den Kontext eines der folgenden übergeordneten, fachspezifischen Konzepte einzubetten: Struktur-Funktions-Konzept, Variabilität-Angepasstheits-Konzept, Organisationsebenen-Konzept, Information-Kommunikations-Konzept, Stoff- und Energieumwandlungs-Konzept, Steuerung-Regelungs-Konzept und Reproduktion-Entwicklungs-Konzept.

Erkenntnisgewinnung

Der Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ ist gekennzeichnet durch die Fähigkeit zum reflektierten Umgang mit Modellen der Biologie sowie den zielgerichteten Einsatz fachspezifischer Untersuchungsmethoden (u. a. Beobachten, Vergleichen, Experimentieren) für erfahrungsbezogene problemlösungs- und hypothesengeleitete Erkenntnisgewinnungsprozesse.

Kommunikation

Der Kompetenzbereich „Kommunikation“ beschreibt die sichere Anwendung der wissenschaftlichen Fachsprache, die Voraussetzung ist für die präzise und adressatengerechte Artikulation sowie für die mündliche oder schriftliche Teilhabe an wissenschaftlichen und fachbezogenen Diskursen. Dies schließt den sachgerechten Umgang mit unterschiedlichen fachlichen Informationsträgern wie z. B. Texten, Graphen, Formeldarstellungen, Graphiken und Tabellen mit ein. Die Studierenden wenden dabei erworbenes Wissen an und hinterfragen zunehmend selbstständig die Qualität unterschiedlicher Quellen.

Bewerten

Der Kompetenzbereich „Bewerten“ beschreibt die Fähigkeit auf der Grundlage gesellschaftlich akzeptierter und persönlich relevanter Werte und Normen, Handlungsoptionen zu aktuellen Sachverhalten abzuleiten, sowie Chancen und Risiken unterschiedlicher Anwendungen der Biologie beispielsweise zur Erhaltung der körperlichen Gesundheit oder zur Wiederherstellung einer intakten Natur zu beurteilen. Dabei erkennen und berücksichtigen die Studierenden für ihr Studium in Deutschland kulturspezifische Besonderheiten und Abweichungen von Werten und Normen im Vergleich zu ihrer Herkunftskultur.

3. Kompetenzerwartung

Themenübergreifende Kompetenzerwartungen

Die Studierenden ...

- recherchieren zunehmend selbstständiger in Nachschlagewerken, Sachbüchern und fachwissenschaftlichen Quellen und interpretieren u. a. Tabellen, Diagramme, mikroskopische Aufnahmen und Schemazeichnungen, um biologische Fragestellungen zu beantworten und Informationen sach- und adressatengerecht in korrekter Fachsprache zu präsentieren. Dabei reflektieren sie die Unterschiede zwischen Alltagssprache und Fachsprache, um diese jeweils kontextbezogen angemessen einzusetzen.
- wenden Prinzipien der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung an, um fachliche Fragen hypothesengeleitet auf Grundlage der erhobenen Daten zu beantworten. Hierzu planen sie typische naturwissenschaftliche Untersuchungen (z. B. Experimente, systematisches Beobachten), führen diese exemplarisch durch und dokumentieren und präsentieren die Ergebnisse sach- und adressatengerecht.
- diskutieren Chancen und Risiken biologisch-technischer Entwicklungen, um über die Bedeutung der Biologie für eine weltweit nachhaltige Gestaltung der Zukunft und den

Erhalt der Gesundheit zu reflektieren. Sie leiten durch Einnehmen verschiedener Sichtweisen (z. B. als Verbraucher, als Hersteller, als Wissenschaftler) unterschiedliche Handlungsoptionen ab und berücksichtigen dabei ethische und weitere (z. B. ökologische, ökonomische) Aspekte, um sich über komplexe Sachverhalte (z. B. Einsatz gentechnischer Methoden bei Embryonen) eine fundierte Meinung zu bilden.

- gehen sachgerecht und verantwortungsbewusst mit biologischen Gefahrstoffen um, um den Schutz der Gesundheit und der Umwelt zu gewährleisten.
- beschreiben exemplarisch die Entwicklung biologischer Forschung und ihrer Anwendung, um deren Möglichkeiten und Grenzen vor einem historischen und gesellschaftlichen Hintergrund zu diskutieren.

Zytologie

Die Studierenden...

- benennen und beschreiben die Kennzeichen der Lebewesen anhand eines konkreten Beispiels und übertragen diese auf die Zelle als grundlegende Organisationsform des Lebens, um einen lebenden Organismus als System, in dem unterschiedliche Ebenen (Zellen, Gewebe, Organe, Organsysteme) miteinander wechselwirken, zu begreifen.
- vergleichen den Aufbau eukaryotischer und prokaryotischer Zellen und nutzen Modelle (z. B. Flüssig-Mosaik-Modell) sowie das Struktur-Funktions-Konzept, um den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion einzelner zellulärer Strukturen (z. B. Zellmembran), ausdifferenzierter Zellen (z. B. Neuron) oder verschiedener Formen von Geweben zu erklären.
- beschreiben die Phasen des Zellzyklus, um seine biologische Bedeutung für Wachstum, Wundheilung und die ungeschlechtliche Fortpflanzung zu erklären.

Genetik

Die Studierenden...

- nutzen Modelle und modellhafte Vorstellungen, um den Bau von RNA und DNA zu vergleichen und die Realisierung der genetischen Information zu beschreiben. Dabei erläutern sie auch die Bedeutung von Proteinen bei der Ausbildung von Merkmalen.
- beschreiben mögliche Mechanismen zur Regulation der Genaktivität, um zu erklären, warum trotz gleicher genetischer Ausstattung Zellen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können und so eine flexible Anpassung an Umweltbedingungen sowie eine Entwicklung und Spezialisierung in lebendigen Systemen möglich ist.
- beschreiben den natürlichen Prozess der DNA-Replikation und vergleichen ihn mit dem technischen Prozess der Polymerase-Kettenreaktion (PCR), um an diesem Beispiel Probleme und Lösungen in der technischen Umsetzung natürlicher Prozesse sowie den Einsatz dieses molekulargenetischen Verfahrens in Medizin, Forschung oder Analytik zu erklären.
- beschreiben den Ablauf der Meiose und erklären ihre Bedeutung für die geschlechtliche Fortpflanzung, um den Zusammenhang zwischen genetischen Neukombinationsprozessen und der Biodiversität nachzuvollziehen.
- unterscheiden verschiedene durch mutagene Einflüsse ausgelöste Genmutationen und erläutern deren Auswirkung auf die Funktion des codierten Proteins, um die Bedeutung des Schutzes vor mutagenen Einflüssen angemessen einzuschätzen.
- erläutern eine prinzipielle Verfahrensweise zur künstlichen Neukombination von Erbanlagen, um verschiedene Anwendungen von gentechnischen Verfahren nachzuvollziehen und deren gesellschaftliche Auswirkungen zu bewerten.

Neurophysiologie

Die Studierenden...

- skizzieren ein Neuron schematisch, um die Besonderheiten dieses spezialisierten Zelltyps in einem Struktur-Funktions-Zusammenhang zu erläutern.
- untersuchen optional anhand von Messdaten zur Ionenverteilung die Ladungsverhältnisse an der Zellmembran eines Neurons im Ruhezustand, um die auftretenden Potentialänderungen bei einem Aktionspotential auf Teilchenebene zu erklären.
- beschreiben und vergleichen die Weiterleitung der Potentialänderung an verschiedenen Nervenfasern, um die unterschiedliche Leistungsfähigkeit von Nervensystemen bei Wirbellosen und Wirbeltieren zu erläutern.
- beschreiben die Vorgänge bei der Informationsübertragung an chemischen Synapsen, um daraus Möglichkeiten abzuleiten, diese durch Zufuhr von Substanzen zu beeinflussen.

Stoffwechselphysiologie

Die Studierenden...

- beschreiben Vorkommen und Bau wichtiger Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine), um daraus deren biologische Bedeutung für den Bau- und Energiestoffwechsel abzuleiten.
- skizzieren ATP schematisch und beschreiben es als mobilen und universellen Energieträger, um die Funktion als Koppler zwischen endergonischen und exergonischen Prozessen zu erläutern.
- nutzen energetische und chemiosmotische Modelle, um die einzelnen Schritte des aeroben Abbaus von Glucose, die Bildung der Energieäquivalente und die Regeneration der Reduktionsäquivalente zur Aufrechterhaltung der Abbaureaktionen zu erklären.

Enzymatik

Die Studierenden...

- definieren den Begriff „Enzym“ und wenden Modellvorstellungen sowie Energieschemata zur Erklärung der Wirkungsweise von Enzymen auf Stoff- und Teilchenebene an, um die Bedeutung enzymkatalysierter Reaktionen anhand von Beispielen (z. B. Verdauung) zu erläutern.
- untersuchen den Einfluss verschiedener Faktoren (z. B. pH-Wert, Temperatur, Schwermetall-Ionen) auf die Enzymaktivität sowie unterschiedliche Mechanismen der Enzymhemmung und -aktivierung, um anhand ausgewählter Beispiele die irreversible (z. B. Bleivergiftung) und die reversible Hemmung im Kontext der Erhaltung der körperlichen Gesundheit oder als bedeutende Möglichkeit zur Regulation enzymatischer Reaktionen zu erkennen.

Herz-Kreislauf-System

Die Studierenden...

- skizzieren den Bau des menschlichen Herzens sowie das Herz-Kreislauf-System schematisch, um dessen Funktion als großes Transportsystem zu erläutern, das einen Stoffaustausch zwischen der Umgebung und allen Zellen des menschlichen Körpers ermöglicht.
- vergleichen unterschiedliche Blutgefäße (Venen, Arterien und Kapillaren) hinsichtlich ihres Baus, um daraus Rückschlüsse auf die Funktion des jeweiligen Gefäßes zu ziehen.

- benennen die Bestandteile des Blutes und erläutern anhand ausgewählter Beispiele (z. B. Erythrozyten, Hydrogencarbonat) die Funktion der einzelnen Bestandteile, um die Bedeutung des Blutes z. B. für die Wundheilung, Homöostase, Stoffaustausch oder Immunabwehr zu erkennen.

4. Inhalte des Fachunterrichts

a) Basisinhalte

- Zytologie (Kennzeichen der Lebewesen, eukaryotische und prokaryotische Zelle, Biomembranen und Transportvorgänge an Membranen, Zellzyklus und Zellteilung)
- Genetik (Speicherung und Realisierung genetischer Information: Nukleinsäuren, Proteinbiosynthese, Genwirkkette; Genregulation; Vervielfältigung genetischer Information: Replikation, PCR; Neukombination und Veränderung der genetischen Information: Meiose, Genom- und Genmutationen, Neukombination von Erbanlagen mit molekulargenetischen Techniken)
- Neurophysiologie (Neuron, Ruhepotential, Aktionspotential, Myelinisierung, Synapse)
- Stoffwechselphysiologie (biologische Bedeutung und Bau von Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden, ATP als universeller Energieträger, NADH als biologisches Reduktionsmittel)
- Enzymatik (Biokatalysatoren, Enzym-Substrat-Komplex, Beeinflussung der Enzymaktivität)
- Herz-Kreislauf-System (Bau und Funktion des menschlichen Herz-Kreislauf-Systems, Bestandteile und Funktionen des Blutes)

b) Vorschläge für studienkollegsinterne Lehrpläne

Zytologie

- Kennzeichen der Lebewesen, Organisationsebenen und Kompartimentierung (Molekül, Organell, Zelle, Gewebe, Organ, Organsystem, Organismus, ggf. Population, Ökosystem)
- Bau der prokaryotischen und eukaryotischen Zelle, Differenzierung und Spezialisierung, Mikroskopie, Biomembran (Flüssig-Mosaik-Modell, Osmose, Diffusion, aktive und passive Transportvorgänge), Endosymbiontentheorie, adulte und embryonale Stammzellen und ihre Bedeutung für Forschung und Medizin, Nerven-, Binde-, Epithel-, Muskelgewebe
- Zellzyklus: Interphase und Teilungsphase (Mitose), biologische Bedeutung

Genetik

- Aufbau und Funktion von DNA und RNA, vom Genotyp zum Phänotyp, Isolation von DNA (z. B. aus Tomaten), historisch bedeutsame Experimente der Genetik (z. B. Avery), Proteinbiosynthese am Beispiel der Eukaryoten (Eigenschaften des genetischen Codes, Gen: Transkription, Prozessierung, Introns, Exons, Translation), Proteine bestimmen die Merkmale, Genwirkkette
- Regulation der Transkription am Beispiel des Operon-Modells (Substratinduktion, Endproduktrepression), (post)transkriptionale und (post)translationale Epigenetik (z. B. DNA-Methylierung, Histon-Modifikationen, alternatives Spleißen)
- Replikation, Ablauf und Einsatz der PCR (Probleme und Lösungen in der technischen Umsetzung, DNA-Polymerase des Bakteriums *Thermus aquaticus*)

- geschlechtliche Fortpflanzung (Keimzellenbildung durch Meiose, Neukombination des genetischen Materials, Bedeutung für die Biodiversität), Genommutationen (z. B. gonosomale Abweichung, Trisomie 21, Polyploidie bei Pflanzen), Auswertung von Karyogrammen
- Genmutationen: Austausch, Deletion oder Insertion von Nukleotiden, Ursachen von Genmutationen (Mutagene) und Auswirkungen auf die Proteinfunktion, Bedeutung von Reparaturenzymen, somatische Mutation, Keimbahnmutation
- Neukombination von Erbanlagen mit molekulargenetischen Techniken: Hybridplasmide als Vektoren und deren Einbringung in Zellen, Anwendungen der Gentechnik (Tier- und Pflanzenzucht, Lebensmittelproduktion oder Medikamentenherstellung, Gentherapie)

Neurophysiologie

- Neuron: Aufbau und Funktion
- Ruhepotential, Aktionspotential (Ionenkanäle, Ionenbewegungen, zeitlicher Verlauf, absolute und relative Refraktärphase, Alles-oder-Nichts-Prinzip, Frequenz-Modulierung)
- myelinisierte und nicht-myelinisierte Nervenfasern, Kosten-Nutzen-Analyse von kontinuierlicher und saltatorischer Erregungsleitung, Demyelinisierung in der Peripherie (z. B. Guillain-Barré-Syndrom) oder im ZNS (z. B. multiple Sklerose)
- Bau und Funktion am Beispiel der neuromuskulären Synapse, Schlüssel-Schloss-Prinzip am Rezeptor, zeitliche und räumliche Summation, hemmende und erregende Substanzen, Neurotransmitter, Amplituden-Modulation, Wirkungsmechanismus von Medikamenten und Drogen an Synapsen, Entstehung von Sucht und Abhängigkeit (z. B. 4M-Modell), limbisches System

Stoffwechselphysiologie

- Biomoleküle: Kohlenhydrate (biologische Bedeutung, Strukturformeln, Monomer und Polymer, Mono-, Di- und Polysaccharide, glykosidische Bindung), Proteine (biologische Bedeutung, α -Aminocarbonsäuren, Peptidbindung, Strukturformeln, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur), Lipide (biologische Bedeutung, Einteilung in Wachse, Isoprenoide etc., Strukturformel der Triacylglycerole)
- ATP als mobiler, universeller Energieträger, Reversibilität im ATP-ADP-System, Kopplung endergonischer und exergonischer Prozesse, NADH als energiereicher Träger
- Glykolyse im Zytoplasma, oxidative Decarboxylierung, Zitronensäurezyklus im Mitochondrium (Kompartimentierung, Oberflächenvergrößerung), Bildung von NADH, Regeneration von NAD^+ durch Übertragung von Elektronen und Protonen auf Sauerstoff, chemiosmotisches Modell (Prinzip einer Elektronentransportkette, Protonengradient, Sinn der Zerlegung in Teilschritte) zur Bildung von ATP
- Vergleich der Energiebilanz des anaeroben und aeroben Abbaus von Glucose, Pasteur-Effekt, flexible Anpassung von Stoffwechselwegen

Enzymatik

- Bau von Enzymen (enzymatisch aktive Proteine bzw. RNA, Proteinstrukturebenen, Co-faktoren), Wirkung von Enzymen als Biokatalysatoren, Absenken der Aktivierungsenergie, Schlüssel-Schloss-Modell (Bedeutung der Raumstruktur, aktives Zentrum, Enzym-Substrat-Komplex), Substrat- und Wirkungsspezifität

- Beeinflussung der Enzymaktivität: Reaktionsgeschwindigkeit als Maß für die Enzymaktivität, Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Substratkonzentration, dem pH-Wert und der Temperatur (RGT-Regel), Proteindenaturierung, reversible und irreversible Enzymhemmung, Enzymaktivierung

Herz-Kreislauf-System

- Herz (Bau, Herzzyklus, Blutdruck, ggf. Erregungsleitung, ggf. EKG, ggf. Präparation eines Schweineherzens), offener vs. geschlossener Blutkreislauf, Herz-Kreislaufsystem des Menschen (Lungenkreislauf und Körperkreislauf)
- Bau und Funktion von Arterien, Venen und Kapillaren
- Blut: zelluläre und nichtzelluläre Bestandteile, Bau und Funktion der Erythrozyten, Hämoglobin, Funktion von Leukozyten und Thrombozyten, Mikroskopie eines Blutaussstrichs, Blutgruppen (ABO-System, Rhesussystem, Bedeutung für die Medizin)
- Gesundheitsvorsorge (Bewegung, Ernährung), Schädigungen (z. B. durch Rauchen) und Erkrankungen (z. B. Arteriosklerose, Herzinfarkt), Blutspende, Organspende