



**KULTUSMINISTER
KONFERENZ**

**Kerncurriculum
für die gymnasiale Oberstufe
an Deutschen Schulen im Ausland
im Fach Biologie**

Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.03.2024

Inhalt

Vorwort.....	4
1 Vorbemerkung.....	5
2. Leitgedanken.....	7
2.1 Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften.....	7
2.2 Kompetenzmodell der Naturwissenschaften.....	8
2.3. Bildungsbeitrag des Faches Biologie.....	9
3. Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie.....	11
3.1 Sachkompetenz	11
3.1.1 Biologische Sachverhalte betrachten	11
3.1.2 Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten.....	12
3.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz	13
3.2.1 Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln	13
3.2.2 Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	14
3.2.3 Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	14
3.3 Kommunikationskompetenz	15
3.3.1 Informationen erschließen	15
3.3.2 Informationen aufbereiten	15
3.3.3 Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren.....	16
3.4 Bewertungskompetenz.....	17
3.4.1 Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	17
3.4.2 Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	17
3.4.3 Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	17
3.5 Basiskonzepte.....	19
3.5.1 Struktur und Funktion.....	19
3.5.2 Stoff- und Energieumwandlung	19
3.5.3 Information und Kommunikation	19
3.5.4 Steuerung und Regelung	20
3.5.5 Individuelle und evolutive Entwicklung	20
4. Curriculum im Fach Biologie.....	21
4.1 Eingangsvoraussetzungen	21
4.1.1 Sachkompetenz	21
4.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz.....	21
4.1.3 Kommunikationskompetenz	22
4.1.4 Bewertungskompetenz.....	22

4.1.5	Inhaltliche Voraussetzungen	22
4.2	Inhalte und konkretisierte Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase	24
4.2.1	Leben und Energie	24
4.2.2	Informationsverarbeitung in Lebewesen	26
4.2.3	Lebewesen in ihrer Umwelt	27
4.2.4	Vielfalt des Lebens	29

Vorwort

Die Kultusministerkonferenz hat im Juni 2020 die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik verabschiedet. Daraus leitete sich die Aufgabe ab, die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife analog zu den entsprechenden Maßnahmen in allen Ländern in der Bundesrepublik Deutschland auch in den Deutschen Schulen im Ausland als Grundlage der fachspezifischen Anforderungen für die Allgemeine Hochschulreife in den o. g. Fächern zu übernehmen.

Das „Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe der Deutschen Schulen im Ausland im Fach Biologie, Chemie, Physik“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.04.2010) wurde daher in der Verantwortung des Bund-Länder-Ausschusses für schulische Arbeit im Ausland (BLASchA) in Zusammenarbeit mit Fachexpertinnen und Fachexperten der Länder in den naturwissenschaftlichen Fächern strukturell und inhaltlich an die „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ in diesen Fächern angepasst. Die Darstellung erfolgt nun wie bei den Bildungsstandards in einzelnen Fächern, um den Besonderheiten der Fächer Rechnung zu tragen, jedoch mit einheitlicher Gliederung. Soweit wie möglich wurde auch versucht, einheitliche Konzepte und Begriffe zu verwenden.

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe an Deutschen Schulen im Ausland im Fach Biologie wurde am 01.03.2024 durch die Kultusministerkonferenz in der neuen Fassung beschlossen.

Dieses Kerncurriculum stellt die verbindliche Grundlage für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe und für die Erstellung von Prüfungsaufgaben für das Regionalabitur an den Deutschen Schulen im Ausland dar.

Das Kerncurriculum gilt für Deutsche Schulen im Ausland und Deutsche Abteilungen an Schulen im Ausland, die zur allgemeinen Hochschulreife führen.

1 Vorbemerkung

Der Auftrag einer zeitgemäßen schulischen Bildung geht über die Vermittlung von Wissen hinaus. Er zielt auf Persönlichkeitsentwicklung und Weltorientierung, die sich aus der Begegnung und Beschäftigung mit zentralen Aspekten des kulturellen Lebens ergeben. Lernende sollen in die Lage versetzt werden, ihr berufliches und privates Leben verantwortungsbewusst zu gestalten und am kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Leben teilzunehmen.

In diesem Zusammenhang vermitteln die Lehrkräfte an den Deutschen Schulen im Ausland und Deutschen Abteilungen die deutsche Sprache und Kultur sowie ein wirklichkeitsgerechtes Deutschlandbild. Unterrichtsziel ist es unter anderem, Interesse und Aufgeschlossenheit für die Kultur, die Geschichte und die Politik der Bundesrepublik Deutschland zu wecken und zur Verständigung zwischen Bürgerinnen und Bürgern des Sitzlandes und Deutschlands aktiv beizutragen. Vor dem Hintergrund der auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik geht es in besonderem Maße um den Erwerb interkultureller und kommunikativer Kompetenz.

Kompetenzen beschreiben Dispositionen zur Bewältigung bestimmter Anforderungen. Solche Kompetenzen sind fach- und lernbereichsspezifisch ausformuliert, da sie an bestimmten Inhalten erworben werden. Es gehört auch zu den Zielen schulischer Bildung, sprachliche, kommunikative, methodische, soziale und personale Kompetenz zu vermitteln. Die verschiedenen Kompetenzen stehen dabei in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander; sie bedingen, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig.

Insbesondere in der gymnasialen Oberstufe erwerben Lernende das allgemeine und fachspezifische Wissen und Können für eine erfolgreiche Gestaltung ihrer Zukunft und werden auf Ausbildung, Studium und Beruf vorbereitet. Im Sinne einer wissenschaftspropädeutischen Bildung ist der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ausgerichtet auf den Erwerb fachlich-methodischer Kompetenzen und die Einführung in wissenschaftliche Fragestellungen, Modelle und Verfahren.

Im Unterricht der gymnasialen Oberstufe geht es darüber hinaus um die Beherrschung von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Mittels Strategien, die Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit unterstützen, sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, in zunehmender Weise Verantwortung für ihr Handeln zu übernehmen.

Diese Zielsetzungen machen es erforderlich, dass Lehrkräfte sich im Sinne eines zeitgemäßen Unterrichts gezielt, auf die Bedürfnisse der jeweiligen Situation und Lerngruppe bezogen, für passende Arbeits- und Unterrichtsformen entscheiden.

Die Kerncurricula Biologie, Chemie und Physik zielen auf eine ganzheitliche Bildung im Sinne der Kompetenzorientierung und folgen einem einheitlichen naturwissenschaftlichen Modell. Sie definieren vor dem Hintergrund der „Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss“ sowie der „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ klare und überprüfbare Anforderungen an die Lernenden sowie Kompetenzen und Inhalte, über die die Lernenden jeweils zu Beginn und am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen.

Mit dem Ziel, die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife möglichst genau und umfassend abzubilden, sind deren Formulierungen und Inhalte übernommen worden. Dies betrifft die einleitenden Ausführungen und die im Abschnitt 3 aufgeführten Kompetenzbereiche

im jeweiligen Fach. Die Ausführungen im Kerncurriculum stellen die wesentliche Grundlage zur Entwicklung eigener Schulcurricula dar.

Abschnitt 4 ist untergliedert in Eingangsvoraussetzungen und das eigentliche Curriculum der Qualifikationsphase. Die im Abschnitt 4.2 aufgeführten Inhalte und konkretisierten Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase sind didaktisch auf die Entwicklung von Curricula ausgerichtet und verknüpfen die im Abschnitt 3 benannten Kompetenzen mit den konkreten inhaltlichen Anforderungen. Dabei werden den unter den Inhaltsfeldern aufgeführten verbindlichen konkretisierten Kompetenzerwartungen in Klammerungen exemplarisch Standards zugewiesen. Im Falle der Ausgestaltung eines schulinternen Curriculums kann in Einzelfällen ggfs. davon abgewichen werden, sofern gewährleistet wird, dass alle in Abschnitt 3 aufgeführten Bildungsstandards berücksichtigt werden und somit bis zum Ende der Q-Phase entwickelt werden.

In den Bildungsgängen an den Deutschen Schulen im Ausland, die zur Allgemeinen Hochschulreife führen, ist in den Naturwissenschaften der Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau mit zwei oder drei Wochenstunden vorgegeben. Daher definiert das vorliegende Kerncurriculum die fachbezogenen Kompetenzen für den Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau.

In einem nächsten Schritt erarbeiten die Schulen ihre eigenen Schulcurricula, auf deren Grundlage der Unterricht und die Abiturprüfungen gestaltet werden. Für die Berücksichtigung schulspezifischer Besonderheiten wurde Raum gelassen, der sowohl für Vertiefungen als auch für landestypische Ergänzungen genutzt werden kann. Als Grundlage für die Gestaltung von Abituraufgaben in regionalen Zusammenschlüssen ist es erforderlich, die Schulcurricula regional abzustimmen. Das vorliegende Kerncurriculum bietet hierfür die geeignete und verbindliche Grundlage.

2. Leitgedanken

2.1 Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften

Die Allgemeine Hochschulreife umfasst eine vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit sowie wissenschaftspropädeutische Bildung. Die naturwissenschaftlichen Fächer leisten dazu einen wesentlichen Beitrag durch die Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz der Lernenden auf Basis der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss.

Naturwissenschaften prägen durch ihre Denk- und Arbeitsweisen, Erkenntnisse und die daraus resultierenden Anwendungen grundlegend unsere moderne Gesellschaft und kulturelle Identität sowie die globale ökologische, ökonomische und soziale Situation. Sie sind von fundamentaler Bedeutung für das Verständnis unserer Welt und leisten einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. Die Naturwissenschaften bilden die Basis für eine Vielzahl von Berufen, Ausbildungswegen, Studiengängen und Forschungsgebieten.

Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und deren Anwendung in Gebieten wie Gesundheit, Ernährung, Klima und Technik hat Einfluss auf ökologische, ökonomische und soziale Systeme. Das Erkennen, Einordnen, Bewerten und Berücksichtigen möglicher Folgen für ökologische, ökonomische und soziale Systeme ist für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabe notwendig und erfordert naturwissenschaftliche Kompetenz.

Naturwissenschaftliche Kompetenz schließt das systematische Erfassen, Beschreiben und Erklären von Phänomenen in Natur und Technik ein. Für das Verständnis der Naturwissenschaften ist es zudem notwendig, deren Fachsprachen zu beherrschen und Historie zu kennen. Insofern ist naturwissenschaftliche Kompetenz auch mit sprachlicher und kultureller Bildung verbunden.

Naturwissenschaftliche Kompetenz bedeutet Vertiefung, Erweiterung und Vernetzung der vorhandenen Kompetenzen der Lernenden und eine Metaperspektive auf die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften. Dazu zählen:

- Phänomene der Natur, der Technik und des Alltags aus naturwissenschaftlicher Perspektive zu beobachten, mithilfe zunehmend abstrakter und komplexer Modelle zu beschreiben und naturwissenschaftliche Fragestellungen aus diesen abzuleiten;
- Hypothesen zu bilden, diese zum Beispiel durch systematisches Beobachten, Experimente, Modelle, Simulationen bzw. theoretische Überlegungen zu prüfen und Schlussfolgerungen auch unter Verwendung von mathematischen Mitteln zu ziehen;
- die Methoden der Erkenntnisgewinnung wie zum Beispiel systematische Beobachtungen, Experimente und Modelle in den Naturwissenschaften zu reflektieren und die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen dieser Methoden zu bewerten;
- neue naturwissenschaftliche Informationen zu erschließen, mit dem Vorwissen zu verknüpfen und dieses Wissen auch reflektiv auf Fragestellungen, Phänomene und zugrundeliegende Quellen anzuwenden;
- naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich auch unter Verwendung von Mathematisierungen und fachtypischen Repräsentationsformen darzustellen, zu präsentieren, zu diskutieren, zu bewerten sowie naturwissenschaftlich zu argumentieren und damit am gesellschaftlichen Diskurs teilhaben zu können;

- zu erkennen und zu reflektieren, wie Naturwissenschaften und Technik unsere Umwelt in materieller, intellektueller und kultureller Hinsicht stetig verändern;
- gesellschaftliche Folgen von Entscheidungen, die in naturwissenschaftlichen Kontexten und deren Anwendungszusammenhängen getroffen wurden, anhand von Kriterien zu beurteilen.

Naturwissenschaftliche Kompetenz bietet Orientierung in der durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Lebenswelt, eröffnet Perspektiven für die berufliche Orientierung und schafft Grundlagen für selbstgesteuertes, lebenslanges, globales und soziales Lernen. Naturwissenschaftliche Kompetenz leistet somit einen Beitrag zu übergreifenden Zielen wie Bildung für nachhaltige Entwicklung, Medien-, Werte-, Verbraucher-, Demokratiebildung und damit zur Allgemeinbildung. Die zunehmende Digitalisierung führt zu gesellschaftlichen Veränderungen, die viele Lebens- und Arbeitsbereiche betreffen. Dies führt zu veränderten Anforderungen an naturwissenschaftliche Kompetenz. Daher beschreiben die Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern Möglichkeiten, wie die Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge Bildungsprozesse in den Naturwissenschaften unterstützen kann. Kompetenzen des fachlichen Umgangs mit digitalen Medien und Werkzeugen sind ebenfalls integraler Bestandteil der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern. Dabei liegt ihnen die Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ zugrunde.

2.2 Kompetenzmodell der Naturwissenschaften

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den naturwissenschaftlichen Fächern knüpfen an die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss an. Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und Inhalte bilden die Grundlage für die unterrichtliche Arbeit in der Sekundarstufe II.

Das den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife zugrundeliegende **Modell der naturwissenschaftlichen Kompetenz** baut auf den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss auf. Es werden vier Kompetenzbereiche unterschieden:

Die **Sachkompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Die **Kommunikationskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

Die **Bewertungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet

Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Die vier Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz durchdringen einander und bilden gemeinsam die **Fachkompetenz** im jeweiligen Fach ab. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Wissen und Können in den jeweiligen Kompetenzbereichen, also von Kenntnissen und Fähigkeiten, und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben. Die Kompetenzbereiche sind in Teilkompetenzbereiche untergliedert.

Die Kompetenzbereiche erfordern jeweils bereichsspezifisches **Fachwissen**. Das Fachwissen besteht somit aus einem breiten Spektrum an Kenntnissen als Grundlage fachlicher Kompetenz. Zu diesem Spektrum gehören naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien, Verfahren, Denk- und Arbeitsweisen, Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen, fachliche wie überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren.

Der Beschreibung von naturwissenschaftlichen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von **Basiskonzepten** strukturieren lassen. Die Basiskonzepte des jeweiligen Faches ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

2.3. Bildungsbeitrag des Faches Biologie

Die Biologie trägt mit anderen Wissenschaften dazu bei, aktuelle und zukünftige wissenschaftliche, globale wie lokale ökologische, ökonomische und soziale Probleme zu bewältigen.

Als Wissenschaft des Lebens und der Lebewesen liefert die Biologie einen wesentlichen Beitrag zu unserem Selbstverständnis und einem evolutionsbiologisch geprägten Weltbild im Kontext des jeweiligen kulturellen Hintergrundes. Sie erforscht die belebte Natur, die sich in verschiedenen Systemen abbilden lässt.

Biologische Erkenntnisse sind für die Erhaltung allen Lebens sowie entsprechender Lebensgrundlagen von hoher Relevanz. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Ernährung, die Entwicklung medizinischer Produkte, Maßnahmen zum Natur- und Umweltschutz sowie der Erhalt von Biodiversität.

Die Erkenntnisse haben auch auf die künftige Gestaltung menschlicher Gesellschaften großen Einfluss. So werden z. B. Lebensbedingungen durch genetische und medizinische Erkenntnisse sowie Debatten angestoßen, die entscheidend für die Entwicklungsrichtung von Gesetzen und Regeln menschlicher Gesellschaften sind.

Das Unterrichtsfach Biologie bietet den Lernenden die Möglichkeit, sich aktiv mit der belebten Natur, ihrer Vielfalt und ihrem Formenreichtum und mit dem Menschen als Teil biologischer Systeme auseinanderzusetzen. Das Verständnis dieser Systeme erfordert, zwischen ihnen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit entwickeln Lernende im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen.

Ein emotionaler Zugang, z. B. über Originalbegegnungen mit der Natur, ist ebenfalls eine wichtige Grundlage, um Achtung vor dem Lebendigen zu entwickeln, die Verantwortung des Menschen für sein Handeln im Kleinen und Großen zu erkennen und so respekt- und verantwortungsvoll mit allen Lebewesen, mit der eigenen Gesundheit, mit den Mitmenschen und mit den Ressourcen der Natur – lokal wie global – umzugehen.

Mithilfe fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen wird für die Lernenden eine differenzierte Auseinandersetzung, Erkundung, Erforschung und Erschließung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen möglich. Die Lernenden erlangen ein Verständnis für den kontinuierlichen Prozess, bei dem in der Biologie Erkenntnisse gewonnen werden, und können so den Beitrag der Biologie zur Erschließung der Welt erkennen.

Der Biologieunterricht trägt durch die gezielte Einführung und Sicherung von Fachbegriffen und fachlichen Darstellungsformen wesentlich zur Entwicklung von Fachsprache bei. Dadurch erwerben die Lernenden eine wesentliche Voraussetzung, sich biologisches Wissen selbst anzueignen, sich präzise und fachgerecht zu artikulieren und somit an der öffentlichen Diskussion und an wichtigen Entscheidungsprozessen mit biologischen Inhalten direkt oder mittelbar teilzuhaben. Insgesamt leistet der Erwerb der Fachsprache einen Beitrag zur Sprachbildung, die die Grundlage für eine Partizipation an der modernen Wissensgesellschaft darstellt.

Das Fach Biologie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen und zur Meinungsbildung bei. Zahlreiche Themen geben Anlass, Sachverhalte unter biologischen und außerfachlichen Gesichtspunkten zu bewerten. Die Lernenden bewerten die gesellschaftlichen Auswirkungen menschlichen Handelns und werden dadurch in die Lage versetzt, ihr Verhalten an der Verantwortung gegenüber sich selbst und der Mitwelt auszurichten.

Die Entwicklung von biologischen Erkenntnissen sowie neuen Technologien und Produktionsverfahren, deren Anwendungen immer auch Auswirkungen auf die komplexen Systeme der Natur haben, birgt einerseits Chancen, andererseits aber auch Risiken, die erkannt, beurteilt und bewertet werden müssen. Eine vertiefte Bildung im Fach Biologie bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen. Damit reicht das Fach Biologie über die fachwissenschaftlichen Grenzen hinaus und hat Anknüpfungspunkte und Verbindungen zu anderen Natur-, Geistes- und Humanwissenschaften.

3. Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife definieren die Kompetenzen, die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase erwerben sollen.

Im Folgenden werden die einzelnen Kompetenzbereiche definiert und näher beschrieben. Sie werden in Form von Standards präzisiert.

3.1 Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Lernende erhalten die Möglichkeit, im Bereich der Sachkompetenz fundiertes Wissen über biologische Sachverhalte wie beispielsweise Phänomene, Konzepte, Theorien und Verfahren zu erwerben und Kompetenzen im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung aufzubauen. Diese Kompetenzen ermöglichen es ihnen, u. a. theoriegeleitet Fragen zu stellen sowie anspruchsvolle Problemstellungen im Zusammenhang mit biologischen Sachverhalten zu bewältigen bzw. Alltagsfragen zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten zu beantworten. Im Rahmen der Erarbeitung von und der Auseinandersetzung mit biologiespezifischen Sachverhalten bekommen die Lernenden die Möglichkeit, fachliche und naturwissenschaftliche Kompetenzen aufzubauen. Zur Sachkompetenz im Bereich der Biologie gehört das Beschreiben, Erklären, Erläutern sowie das theoriegeleitete Interpretieren von biologischen Phänomenen. Dabei werden Zusammenhänge strukturiert sowie qualitativ und quantitativ erläutert sowie Vernetzungen zwischen Systemebenen von der molekularen Ebene bis zur Ebene der Biosphäre aufgezeigt. Jede der Systemebenen beinhaltet häufig Eigenschaften, die in der vorherigen Ebene nicht erkennbar sind. Biodiversität wird auf der genetischen, organismischen und ökologischen Ebene beschrieben und die Notwendigkeit des Erhalts und Schutzes der Biodiversität wird mit der Bedeutung von Einheitlichkeit und Mannigfaltigkeit erläutert. Die Synthetische Evolutionstheorie wird als grundlegende Erklärungstheorie biologischer Phänomene genutzt. Möglichkeiten der Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens zur Bewältigung aktueller und zukünftiger wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Schlüsselprobleme werden erläutert; hier ergeben sich Überschneidungen zum Kompetenzbereich Bewertung.

3.1.1 Biologische Sachverhalte betrachten

Die Lernenden ...

- S1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht;
- S2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten;
- S3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden;
- S4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

3.1.2 Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten

Die Lernenden ...

- S5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten;
- S6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar;
- S7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt;
- S8 erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

3.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Sie zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass sie der hohen Komplexität biologischer Systeme Rechnung trägt sowie dem Umstand, dass es sich um lebende Systeme handelt. Dies wirft neben wissenschaftspropädeutischen auch ethische Fragen auf. Die Grenzen dieser Methoden in ihrer Anwendung auf Lebewesen sind evidenzbasiert zu erarbeiten, und zwar in wissenschaftspropädeutischer und ethischer Hinsicht. Dabei besteht naturgemäß eine Verzahnung zum Kompetenzbereich Bewertung.

Wissenschaftliches Arbeiten in der Biologie umfasst im Sinne des hypothetisch-deduktiven Vorgehens ausgehend von einem Phänomen die Verknüpfung der folgenden Schritte:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stützung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Der Erkenntnisprozess ist in der Regel von Anfang an und durchgehend theoriebasiert, wobei auch explorative Erkenntnisprozesse wie das Entwickeln von Hypothesen zum wissenschaftlichen Vorgehen gehören.

Biologiespezifisch ist die Unterscheidung von funktionalen und kausalen wie auch von proximalen und ultimativen Erklärungsweisen.

Je nach Forschungsgegenstand und Fragestellung wird der hypothetisch-deduktive Erkenntnisprozess in verschiedenen biologischen Arbeitsweisen umgesetzt, nämlich dem Beobachten, Vergleichen/Ordnen, Experimentieren sowie Modellieren.

3.2.1 Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln

Die Lernenden ...

- E1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen;
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten;
- E3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

3.2.2 Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Lernenden ...

- E4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie;
- E5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge;
- E6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren;
- E7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus;
- E8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

3.2.3 Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Lernenden ...

- E9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen;
- E10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen;
- E11 widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug);
- E12 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen;
- E13 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung;
- E14 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

3.2.4 Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Lernenden ...

- E15 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit);
- E16 reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung);
- E17 reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

3.3 Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Biologisch kompetent Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen.

Das Erschließen umfasst die zielgerichtete und selbstständige Recherche zu biologischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien. Relevante, aussagekräftige Informationen und Daten werden ausgewählt und Informationen aus Quellen mittels verschiedener, auch komplexer Darstellungsformen erschlossen.

Zur Aufbereitung gehört die kriteriengeleitete Auswahl fach- und problembezogener Sachverhalte. Es folgen Strukturierung, Interpretation, Dokumentation auch mithilfe digitaler Werkzeuge in fachtypischen Darstellungsformen und die Ableitung von Schlussfolgerungen sowie die Angabe von Quellen. Dabei ist zwischen funktionalen und kausalen wie auch proximalen und ultimativen Erklärungen zu unterscheiden, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen.

Der Austausch individuell verarbeiteter Informationen erfolgt jeweils unter Verwendung der Fachsprache sowie sach- und adressatengerecht. Der eigene Standpunkt sowie Lösungsvorschläge werden klar und begründet mitgeteilt.

3.3.1 Informationen erschließen

Die Lernenden ...

- K1 recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus;
- K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen;
- K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen;
- K4 analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

3.3.2 Informationen aufbereiten

Die Lernenden ...

- K5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab;
- K6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache;
- K7 erklären Sachverhalte aus ultimativer und proximaler Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen;

- K8 unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen;
- K9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander;
- K10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

3.3.3 Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Lernenden ...

- K11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien;
- K12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate;
- K13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt;
- K14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

3.4 Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Bewertungskompetenz umfasst dabei die Fähigkeit, bewertungsrelevante Situationen wahrzunehmen und relevante Sachinformationen und Argumente und deren Herkunft sowie damit verbundene Werte zu identifizieren. In einem Bewertungsprozess werden Handlungsoptionen ausgewertet, Entscheidungen in Bezug auf biologische Aspekte aufgrund von gesellschaftlich akzeptierten und persönlich relevanten Werten und Normen getroffen, begründet sowie reflektiert.

3.4.1 Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Lernenden ...

- B1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz;
- B2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven;
- B3 unterscheiden deskriptive und normative Aussagen;
- B4 identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen;
- B5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen;
- B6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

3.4.2 Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Lernenden ...

- B7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte;
- B8 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab;
- B9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

3.4.3 Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Lernenden ...

- B10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;
- B11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive;

B12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

3.5 Basiskonzepte

Der Beschreibung von biologischen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Biologie ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Lebewesen sind offene Systeme, die in stofflichen, energetischen und informatorischen Wechselwirkungen mit ihrer Umwelt stehen, zu Selbstregulation fähig sind und sich individuell und evolutiv entwickeln. Daraus werden folgende Basiskonzepte für den Biologieunterricht abgeleitet: Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Information und Kommunikation, Steuerung und Regelung sowie individuelle und evolutive Entwicklung. Diese Basiskonzepte ermöglichen eine mehrperspektivische, vernetzte und vertiefte Herangehensweise an Themen und Problemstellungen des Biologieunterrichts und eine Fokussierung auf zentrale Aspekte innerhalb der Vielfalt biologischer Phänomene. Basiskonzepte lassen sich auf verschiedenen Systemebenen betrachten.

Basiskonzepte unterstützen durch das Entdecken gleicher Erklärungsmuster zum einen die Vertiefung der bis zum Mittleren Schulabschluss erworbenen Kompetenzen, zum anderen erleichtern sie den Aufbau neuer Kompetenzen, indem sie einen nachhaltigen und vernetzten Wissenserwerb fördern.

3.5.1 Struktur und Funktion

Das Basiskonzept Struktur und Funktion beschreibt den Sachverhalt, dass es zwischen einer Struktur und deren Funktion oft einen Zusammenhang gibt. Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist auf verschiedenen Systemebenen, von den Molekülen bis zur Biosphäre, relevant und gilt für Lebewesen und Lebensvorgänge. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Kompartimentierung, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Oberflächenvergrößerung, Gegenspielerprinzip, Gegenstromprinzip.

3.5.2 Stoff- und Energieumwandlung

Das Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme offene, sich selbst organisierende Systeme sind, die im ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Alle Lebensprozesse benötigen Energie und laufen unter Energieumwandlungen ab. Lebewesen nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und scheiden Stoffe wieder aus. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Fließgleichgewicht, Stoffkreislauf, Energieentwertung, energetische Kopplung.

3.5.3 Information und Kommunikation

Das Basiskonzept Information und Kommunikation beschreibt den Sachverhalt, dass Lebewesen Informationen aufnehmen, weiterleiten, verarbeiten, speichern und auf sie reagieren. Kommunikation findet auf verschiedenen Systemebenen statt: In einem vielzelligen Organismus sind alle Organe, Gewebe, Zellen und deren Bestandteile beständig an der

Kommunikation beteiligt. Auch zwischen Organismen findet Kommunikation auf vielfältige Weise statt. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Signaltransduktion, Codierung und Decodierung von Information.

3.5.4 Steuerung und Regelung

Das Basiskonzept Steuerung und Regelung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme viele Zustandsgrößen in Grenzen halten, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich kurzfristig stark ändern. Dabei werden innere Zustände aufrechterhalten oder funktionsbezogen verändert. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. positive und negative Rückkopplung, Prinzip der Homöostase.

3.5.5 Individuelle und evolutive Entwicklung

Das Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung beschreibt den Sachverhalt, dass sich lebende Systeme über verschiedene Zeiträume im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen verändern. Die individuelle Entwicklung von Lebewesen und die Weitergabe ihrer genetischen Information durch Fortpflanzung sind die Grundlage für evolutive Entwicklung. Sexuelle Fortpflanzung führt zur Rekombination von genetischem Material und erhöht die genetische Variation. Zusammen mit Selektion ist genetische Variation eine wichtige Ursache für Artwandel. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Zelldifferenzierung, Reproduktion, Selektion.

4. Curriculum im Fach Biologie

4.1 Eingangsvoraussetzungen

Der Biologieunterricht bis zum Ende der Sekundarstufe I schafft Eingangsvoraussetzungen, die entsprechend den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife in der Qualifikationsphase auf grundlegendem Anforderungsniveau systematisch weiterentwickelt werden.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase setzt dabei den Prozess des naturwissenschaftlichen Lernens in der Mittelstufe auf der Grundlage der vier Kompetenzbereiche und der Vernetzung der Inhalte durch die Basiskonzepte fort. Die Eingangsvoraussetzungen hierfür sind im Folgenden aufgeführt.

Kompetenzbereiche

4.1.1 Sachkompetenz

Die Lernenden ...

- betrachten, erschließen und strukturieren biologische Phänomene und die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe der Basiskonzepte;
- erklären biologische Sachverhalte auf unterschiedlichen Systemebenen und erklären Wechselbeziehungen in und zwischen lebenden Systemen sachgerecht;
- erläutern die Bedeutung von Biodiversität sowie nachhaltige Maßnahmen für deren Schutz.

4.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Lernenden ...

- untersuchen biologische Objekte sachgerecht mithilfe fachtypischer Arbeitsweisen (u. a. Mikroskopie) unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Schutzbestimmungen;
- formulieren Hypothesen zu nach Möglichkeit selbst durchgeführten, kriteriengeleiteten Beobachtungen und Vergleichen und werten erhobene Daten aus;
- planen und führen Experimente unter Beachtung der unabhängigen und der abhängigen Variablen sowie Kontrollen auch mit digitaler Messwerterfassung durch, um erhobene Daten zu interpretieren und zum Falsifizieren oder Stützen von Kausalhypothesen zu nutzen;
- testen aus Modellen abgeleitete Hypothesen mit qualitativen und quantitativen Daten auch mit digitalen Werkzeugen und ziehen dabei Schlüsse über die Gültigkeit und Grenzen von Modellen für das Erklären biologischer Phänomene;
- reflektieren die Tragweite von Ergebnissen unter Berücksichtigung von Fehlerquellen.

4.1.3 Kommunikationskompetenz

Die Lernenden ...

- recherchieren zu biologischen Sachverhalten quellenbezogen und zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und prüfen deren Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit;
- beschreiben biologische Sachverhalte fachsprachlich angemessen;
- erklären biologische Sachverhalte proximat und ultimat;
- veranschaulichen Daten und Arbeitsergebnisse situations- und adressatengerecht mit fachtypischen Darstellungsformen auch mit digitalen Werkzeugen;
- präsentieren Arbeitsergebnisse situations- und adressatengerecht unter Anwendung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungsformen mit analogen oder digitalen Medien.

4.1.4 Bewertungskompetenz

Die Lernenden ...

- unterscheiden zwischen deskriptiven und normativen Aussagen;
- analysieren normative Aussagen hinsichtlich zugrundeliegender Werte, die bewertungsrelevante Sachverhalte betreffen;
- nutzen auch selbst abgeleitete Bewertungskriterien ausgehend von Sachinformationen, Werten und Normen, und gewichten Handlungsoptionen für Entscheidungen zu bewertungsrelevanten Sachverhalten;
- reflektieren Folgen von Entscheidungen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft und unterscheiden dabei kurz- und langfristige, lokale und globale Perspektiven.

4.1.5 Inhaltliche Voraussetzungen

Im Zusammenspiel mit den oben beschriebenen Kompetenzen bilden die Inhaltsbereiche die fachliche Breite der Eingangsvoraussetzungen ab.

Zelle als Grundeinheit von Organismen

- Mikroskopieren – Blick in die Zelle
- Bau und Funktion einer Pro- und Eucyte
- Aufbau der Zellmembran
- Passiver Stofftransport (Diffusion und Osmose)
- Aktiver Stofftransport (Natrium - Kalium – Pumpe)
- Zellteilung
- Fotosynthese/Zellatmung (Wortgleichung, Bedeutung der Prozesse)
- Organisationsstufen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus)

Vielfalt von Organismen

- Kennzeichen des Lebendigen
- Vielfalt und Anpassungen von Tieren
- Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen

Evolution: Vielfalt und Veränderung

- Grundzüge der Evolutionstheorie
- Belege für die Evolution
- Evolution des Menschen

Genetik

- Aufbau und Struktur der DNA
- Realisierung der Erbinformation
- Weitergabe der Erbinformation (u. a. Mitose, Meiose)
- Veränderung der Erbinformation
- Genregulation bei Prokaryoten

Biologie des Menschen

- Organsysteme und deren Funktionen
- Fortpflanzung und Entwicklung
- Immunsystem
- Ernährung und Verdauung, Bedeutung der Enzyme als Biokatalysatoren und deren Abhängigkeit von äußeren Faktoren (u. a. Temperatur, pH-Wert, Substrat)
- Körperbau und Bewegung/Bewegungssystem
- Informationssysteme

Ökologie: Organismen in ihrer Umwelt

- Kohlenstoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen
- Wechselwirkungen zwischen Organismen untereinander und ihrer Umwelt
- Anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme und deren Folgen
- Biotopschutz und Nachhaltigkeit

4.2 Inhalte und konkretisierte Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase

Der Erwerb der formulierten Kompetenzen findet an konkreten Inhalten statt, über die die Lernenden zum Zeitpunkt des Erwerbs der Allgemeinen Hochschulreife verfügen sollen. Diese Inhalte sind Grundlage für die Erstellung von Aufgaben im Rahmen der Prüfung für die Allgemeine Hochschulreife.

4.2.1 Leben und Energie

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselprozessen
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel, Stoffwechselregulation auf Enzymebene• Stofftransport zwischen Kompartimenten• Chemiosmotische ATP-Bildung• Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-/ADP-System
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none">▪ erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in den mehrstufigen Reaktionswegen des auf- und abbauenden Stoffwechsels u. a. durch den Einfluss von Substraten und Produkten (S1 - 7, E1 - 3, E11 - 12);▪ erläutern aktive und passive Transportprozesse für den auf- und abbauenden Stoffwechsel (S1 - 7, K5, K10);▪ erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung bei Mitochondrien und Chloroplasten u. a. hinsichtlich der chemiosmotischen ATP-Herstellung (S1 - 7, K5, K10);

Aufbauender Stoffwechsel
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum,• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none">▪ erklären Anpassungen der Organismen an die fotoautotrophe Lebensweise bei unterschiedlichen Umweltbedingungen (S4–6, E3, K6–8);▪ beschreiben den Aufbau von Chloroplasten als Ort der Fotosynthese-Teilreaktionen (S1, S2, S6, S7, K5);▪ vergleichen die Absorptionsspektren von einzelnen Blattpigmenten mit dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese (S1, S7, E9, K5);▪ analysieren anhand von selbst erhobenen oder recherchierten Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11, K5);

- charakterisieren den Calvin-Zyklus als Schlüsselstelle für den Aufbau von energiereichen organischen Verbindungen unter Verwendung von NADPH und ATP aus den lichtabhängigen Reaktionen (S1, S3, S4, S6, S7);
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).

Abbauender Stoffwechsel

Inhalte:

- Feinbau Mitochondrium
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette

Die Lernenden ...

- stellen Struktur-Funktions-Beziehungen des Feinbaus von Mitochondrien auch mithilfe von Modellen dar (S1, S2, S6, E12);
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1 – S3, S7, K5, K9).

Fachliche Verfahren

Inhalte:

- Chromatographie

Die Lernenden ...

- analysieren eigens erstellte oder recherchierte DC-Chromatogramme zum Nachweis von Blattpigmenten (S1 – S3, E1, E4, E8, E10);

4.2.2 Informationsverarbeitung in Lebewesen

Grundlagen der Informationsverarbeitung

Inhalte:

- Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung
- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse

Die Lernenden ...

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S1, S3, E12, K11);
- erklären das Zustandekommen und die Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials (S1 – S3, S7);
- erklären die Entstehung, den Ablauf und die Weiterleitung des Aktionspotenzials (S1 – S4, S7);
- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Beeinflussung des Ruhe- oder Aktionspotenzials mittels exogener Substanzen (S1 – S4, E3, E11, K14);
- vergleichen auch mithilfe von Modellen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S1 – S3, S6, E1 – 3, E12, K14);
- skizzieren den Aufbau einer chemischen Synapse und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S1 – S3, E12, K11);
- erklären die Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse sowie neuromuskulären Synapsen (S1 – S3, S6, E12, K9, K14);
- erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen auf die synaptische Übertragung und nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen Stellung (S1 – S3, K1, B1, B5 – 9).

Fachliche Verfahren

Inhalte:

- Potenzialmessung

Die Lernenden ...

- beschreiben und skizzieren den Versuchsaufbau zur Messung von Ruhe- und Aktionspotenzial (S1, E1).

4.2.3 Lebewesen in ihrer Umwelt

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

Inhalte:

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren
- Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökologische Nische

Die Lernenden ...

- beschreiben den Aufbau eines Ökosystems und erläutern daran das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren (S1, S5–7, E12, K8);
- untersuchen und skizzieren auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S1, S7, E1–3, E9, E13, K11);
- analysieren und skizzieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S1 - S3, S7, E12, E14, K2, K5);
- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S1, S4, S7, E9, K6–8);
- interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen (S1, S5, E9, E10, E12, K9);
- erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S1, S4, S7, E17, K7, K8).

Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Inhalte:

- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität

Die Lernenden ...

- erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und bewerten Maßnahmen in diesem Zusammenhang (S1, S3, S6, S7, E16, K3, K10 -14, B1 – B4, B7, B10 – B12);
- analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S1, S7, S8, K3 - K5, K10–14, B1 – B4, B10- B12);
- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S1, S8, K5, K10, K12, K14, B1 – B5, B10 – B12).

Fachliche Verfahren

Inhalte:

- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Die Lernenden ...

- bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (S1, S3, E3, E4, E7–9, E13, E15, K5, K8).

4.2.4 Vielfalt des Lebens

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Inhalte:

- Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, Transkription und Translation, semikonservative Replikation
- Genmutationen
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch Methylierung, Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal
- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie

Die Lernenden ...

- beschreiben mithilfe geeigneter Modelle den Bau der DNA (S1, S5, E12);
- beschreiben den Ablauf der Proteinbiosynthese und erläutern deren Bedeutung für das Leben (S1 – S3, S6, S7, K5);
- überführen Basensequenzen der DNA in Aminosäuresequenzen eines Proteins, indem sie den genetischen Code anwenden (S1, S2, K5, K9);
- leiten hypothesengestützt den Mechanismus zur Verdopplung der DNA ab (S1 – S3, S7, E1, E9, E11, K5, K9);
- unterscheiden verschiedene Genmutationen und erläutern mögliche Auswirkungen auf die Funktion von Proteinen und deren Auswirkungen auf Organismen (S1, S3, S6, S7, B8);
- beschreiben Mechanismen zur Regulation der Genaktivität und deuten diese auch als Möglichkeit der Anpassung lebender Systeme an unterschiedliche Umweltbedingungen (S1 – S3, S6, S7, K5, K9);
- analysieren Erbgänge mithilfe von Familienstammbäumen und treffen Vorhersagen über das Auftreten unterschiedlicher genetisch bedingter Krankheiten (S1, S4, E1, E9, E10, E11, E14, K5, K9, K14);
- stellen die Bedeutung von Gentests dar und bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, S3, K1, K14, B3, B7-9, B10, B11).

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Inhalte:

- Stammbäume: ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Belege für die Evolution: molekularbiologische Homologien
- Grundlegende Prinzipien der Evolution: Rekombination, Mutation, Selektion, Verwandtschaft, Variation, Fitness, Isolation, Drift, Artbildung, Biodiversität, Koevolution, populationsgenetischer Artbegriff
- adaptiver Wert von Verhalten: reproduktive Fitness, Kosten-Nutzen-Analyse
- Synthetische Evolutionstheorie, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen

Die Lernenden ...

- prüfen Stammbaumhypothesen auf Basis morphologischer und molekularer Daten, indem sie Merkmale kriteriengeleitet als ursprünglich oder abgeleitet identifizieren (S1, S4, E1, E9, E10, E11, E13, K9, B2);
- erläutern die Wirkung von Evolutionsfaktoren auf die Entstehung und Veränderung von Arten (S1, S3, S4, S6, S7, E1, E9, E10, K5);
- erklären wechselseitige Anpasstheiten zwischen interagierenden artfremden Lebewesen als Ergebnis einer Koevolution. (S1, S2, S7, E1, E9);
- wenden die synthetische Evolutionstheorie an, um evolutionäre Anpassungsprozesse und die Entstehung der Biodiversität als Zusammenspiel der Evolutionsfaktoren zu erklären und von anderen nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abzugrenzen. (S1, S3, S6, S7, S8, E14, K4, K14, B2, B4, B5, B6);
- erläutern auch mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse den Einfluss von Verhalten auf die Gesamtfitness von Lebewesen. (S1 – S4, E1, E9, E10, K5, K13).