

Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Teil C

Biologie



Impressum

Erarbeitung

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

Herausgeber

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin;
Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Gültigkeit

Gültig ab Schuljahr 2022/23 hinsichtlich der Regelungen zur Einführungsphase in der gymnasialen Oberstufe. Der Rahmenlehrplan gilt für Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2022/23 in die Einführungsphase an Integrierten Sekundarschulen/Gemeinschaftsschulen/beruflichen Gymnasien/Kollegs/Abendgymnasien (Land Berlin) und an Gesamtschulen/beruflichen Gymnasien/Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges (Land Brandenburg) eintreten.

Gültig ab Schuljahr 2023/24 hinsichtlich der Regelungen zur Qualifikationsphase in der gymnasialen Oberstufe. Der Rahmenlehrplan gilt für Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2023/24 in die Qualifikationsphase an Gymnasien/Integrierten Sekundarschulen/Gemeinschaftsschulen/beruflichen Gymnasien/Kollegs/Abendgymnasien (Land Berlin) und an Gymnasien/Gesamtschulen/beruflichen Gymnasien/Einrichtungen des Zweiten Bildungsweges (Land Brandenburg) eintreten.

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021



<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

Inhalt

1	Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften	5
1.1	Kompetenzmodell der Naturwissenschaften	6
1.2	Bildungsbeitrag des Faches Biologie	7
2	Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie	9
2.1	Eingangsvoraussetzungen	9
2.2	Abschlussorientierte Standards	9
2.2.1	Sachkompetenz	9
2.2.2	Erkenntnisgewinnungskompetenz	11
2.2.3	Kommunikationskompetenz	13
2.2.4	Bewertungskompetenz	14
2.3	Basiskonzepte	15
2.3.1	Struktur und Funktion	16
2.3.2	Stoff- und Energieumwandlung	16
2.3.3	Information und Kommunikation	16
2.3.4	Steuerung und Regelung	16
2.3.5	Individuelle und evolutive Entwicklung	16
3	Themenfelder und Inhalte	17
3.1	Wahlpflichtthemen für die Einführungsphase in der Jahrgangsstufe 11	17
3.1.1	Biologie des Verhaltens	18
3.1.2	Biologie der Zelle	20
3.1.3	Fortpflanzung und Entwicklung	22
3.1.4	Vielfalt und Entwicklung der Wirbeltiere	24
3.1.5	Umgang mit Zivilisationskrankheiten	26
3.2	Themenfelder und Inhalte für die Qualifikationsphase	28
3.2.1	Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene	29
3.2.2	Lebewesen in ihrer Umwelt	33
3.2.3	Molekulargenetische Grundlagen des Lebens	37
3.2.4	Vielfalt und Entwicklung des Lebens	40

1 Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften

Allgemeine Hochschulreife (AHR) 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 deren 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 wird somit in Auseinandersetzung mit übergreifenden Themen entwickelt und ist damit Teil einer vertieften allgemeinen Bildung.

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.

1.1 Kompetenzmodell der Naturwissenschaften

Das den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife zugrunde liegende **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 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 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.

1.2 Bildungsbeitrag des Faches Biologie

Die Naturwissenschaft Biologie hat sich von einer eher deskriptiven zu einer vorwiegend erklärenden Wissenschaft entwickelt. Gemeinsam mit anderen Wissenschaften hat sie ihren Anteil daran, dass aktuelle und zukünftige wissenschaftliche, globale wie lokale ökologische, ökonomische und soziale Probleme bewältigt werden.

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

Biologische Erkenntnisse sind von hoher Relevanz für den Erhalt allen Lebens und entsprechender Lebensgrundlagen. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Ernährung, die Entwicklung medizinischer Produkte, Mittel und Wege im Natur- und Umweltschutz sowie die Bewahrung von Biodiversität.

Großen Einfluss haben die Erkenntnisse auch auf die Frage, wie menschliche Gesellschaften künftig gestaltet sein sollten. 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. Diese Systeme zu verstehen, verlangt zwischen ihnen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit entwickeln Lernende im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches wie systemisches Denken gleichermaßen.

Schließlich lernt, wer sich in der Natur aufhält und auf sie einlässt, Achtung vor allem Lebendigen zu entwickeln, die Verantwortung für das eigene 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.

Der Biologie eigene Denk- und Arbeitsweisen begünstigen, dass sich die Lernenden differenziert mit der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen befassen, sie erkunden, erforschen und sich erschließen. 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.

Dass der Biologieunterricht gezielt Fachbegriffe und fachliche Darstellungsformen einführt und sichert, ist von Vorteil für die Entwicklung von Fachsprache. Schülerinnen und Schüler können sich so leichter biologisches Wissen selbst aneignen und sich präzise und fachgerecht artikulieren. Im besten Falle können sie auf diese Weise an der öffentlichen Diskussion und an wichtigen Entscheidungsprozessen mit biologischen Inhalten direkt oder mittelbar teilhaben. Fachsprache zu erwerben, unterstützt zugleich Sprachbildung, die die Grundlage für eine Partizipation an der modernen Wissensgesellschaft darstellt.

Das Fach Biologie fördert die Entwicklung von Wertvorstellungen und die Meinungsbildung. 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.

Zugleich verbinden sich Chancen und Risiken mit der Entwicklung biologischer Erkenntnisse sowie neuer Technologien und Produktionsverfahren, die anzuwenden sich immer auch auf die komplexen Systeme der Natur auswirkt. Diese Chancen und Risiken zu erkennen, zu beurteilen und zu bewerten, fundiert auf eine vertiefte Bildung im Fach Biologie. Damit reicht Biologie über ihre fachwissenschaftlichen Grenzen hinaus und hat Anknüpfungspunkte und Verbindungen zu anderen Natur-, Geistes- und Humanwissenschaften.

2 Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie

2.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb in der gymnasialen Oberstufe sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind identisch mit den H-Standards des Rahmenlehrplans für die Jahrgangsstufen 1–10, Teil C Biologie. Die H-Standards setzen jeweils die Kompetenzen auf den vorgelegten Niveaustufen voraus. Den Lernenden ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

2.2 Abschlussorientierte Standards

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (AHR) definieren die Kompetenzen, die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase erwerben sollen. Diese werden sowohl im Unterricht des Grundkursfachs als auch des Leistungskursfachs entwickelt.

Der Unterschied in den Anforderungen des Grund- und des Leistungskurses liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Selbststeuerung bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

Das erhöhte Anforderungsniveau im Leistungskurs zeichnet sich durch eine Zunahme von Komplexität, Abstraktheit, Breite und Tiefe sowie Differenziertheit aus. Dies äußert sich im Biologieunterricht im Bereich der **Sachkompetenz** darin, dass im Vergleich zum grundlegenden Anforderungsniveau zu bestimmten Themen mehr Sachverhalte in höherer Komplexität und Tiefe betrachtet werden.

Im Bereich der **Erkenntnisgewinnungskompetenz** bedingt das erhöhte Anforderungsniveau eine höhere Komplexität der bearbeiteten Fragestellungen, ihrer Umsetzung in konkreten Denk- und Arbeitsweisen sowie eine vertiefte Reflexion des Prozesses der Erkenntnisgewinnung.

Die Lernenden des erhöhten Anforderungsniveaus besitzen im Bereich der **Kommunikationskompetenz** ein umfangreicheres Fachvokabular und sind in der Lage, Fachtexte zu komplexeren Inhalten zu verstehen.

Im Bereich der **Bewertungskompetenz** von naturwissenschaftlichen Sachverhalten können Lernende auf erhöhtem Anforderungsniveau komplexere Argumente mit Belegen heranziehen und damit eigene Standpunkte differenzierter begründen.

Im Folgenden werden die einzelnen Kompetenzbereiche definiert und näher beschrieben. Sie werden in Form von Standards präzisiert.¹ Dabei gelten die formulierten Standards für die Anforderungen im Grund- und im Leistungskurs.

2.2.1 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.

¹ Die Verben in den Standards beschreiben zu erwerbende Kompetenzen. Sie sind somit nicht gleichzusetzen mit Operatoren in Aufgaben, stehen aber nicht im Widerspruch zu diesen.

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.

Biologische Sachverhalte betrachten

Die Lernenden ...

- S 1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht;
- S 2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten;
- S 3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden;
- S 4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

Zusammenhänge in Systemen betrachten

Die Lernenden ...

- S 5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten;
- S 6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar;
- S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt;
- S 8 erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

2.2.2 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 zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie der hohen Komplexität biologischer Systeme Rechnung tragen 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.

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln

Die Lernenden ...

- E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen;
- E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten;
- E 3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

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

Die Lernenden ...

- E 4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie;
- E 5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge;
- E 6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren;
- E 7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus;
- E 8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Lernenden ...

- E 9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen;
- E 10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen;
- E 11 widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug);
- E 12 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen;
- E 13 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung;
- E 14 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Lernenden ...

- E 15 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit);
- E 16 reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung);
- E 17 reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

2.2.3 Kommunikationskompetenz

Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen zu kennen und nutzen zu können bezeugt die **Kommunikationskompetenz** der Lernenden. Sie erschließen sich damit fachbezogene Informationen, stellen sie adressaten- und situationsgerecht dar und tauschen sie aus. 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 mit Hilfe 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.

Informationen erschließen

Die Lernenden ...

- K 1 recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus;
- K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen;
- K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen;
- K 4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

Informationen aufbereiten

Die Lernenden ...

- K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab;
- K 6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache;
- K 7 erklären Sachverhalte aus ultimativer und proximaler Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen;
- K 8 unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen;

- K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander;
- K 10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Lernenden ...

- K 11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien;
- K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate;
- K 13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt;
- K 14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

2.2.4 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.

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Lernenden ...

- B 1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz;
- B 2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven;
- B 3 unterscheiden deskriptive und normative Aussagen;
- B 4 identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen;
- B 5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen;
- B 6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Lernenden ...

- B 7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerschulischer Aspekte;
- B 8 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab;
- B 9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Lernenden ...

- B 10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;
- B 11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive;
- B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

2.3 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.

2.3.2 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.

2.3.3 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.

2.3.4 Information und Kommunikation

Lebewesen nehmen Informationen auf, leiten sie weiter, verarbeiten sie, speichern und reagieren auf sie. 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.

2.3.5 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.

2.3.6 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.

3 Themenfelder und Inhalte

3.1 Wahlpflichtthemen für die Einführungsphase in der Jahrgangsstufe 11

Die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe hat eine Brückenfunktion zwischen der Sekundarstufe I und der Qualifikationsphase. Sie bietet den Lernenden Gelegenheit, sich fachlich vertieft auseinanderzusetzen, zu üben, zu wiederholen und naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu verinnerlichen.

Um einen erfolgreichen Übergang in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe zu ermöglichen, werden in der Jahrgangsstufe 11 an Integrierten Sekundarschulen/Gemeinschaftsschulen (Land Berlin) und Gesamtschulen/Beruflichen Gymnasien (Land Brandenburg) die Kompetenzen entsprechend dem Kompetenzmodell der Sekundarstufe I weiterentwickelt.

Die Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase orientiert sich an den im Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1-10 der Berliner und Brandenburger Schulen formulierten H-Standards. Hierbei ist zu beachten, dass die H-Standards im Kompetenzbereich *Mit Fachwissen umgehen* inhaltsbezogen formuliert sind. Für die Planung des Unterrichts in der Einführungsphase sind die H-Standards in allen Kompetenzbereichen auf die Inhalte der in der Einführungsphase zu behandelnden Themenfelder anzuwenden.

Für die Einführungsphase sind Wahlpflichtthemenfelder angegeben, aus denen, abhängig von den Kompetenzen der Lernenden, eine schulspezifische Auswahl für die Unterrichtsgestaltung in beiden Kursformen getroffen wird. Auch eine Kombination von Themenfeldern ist möglich. Die aufgeführten Untersuchungen und Experimente stellen Empfehlungen dar.

Darüber hinaus kann ein weiteres, durch die Lehrkraft frei wählbares Themenfeld in jeder Kursform entwickelt und unterrichtet werden.

Die inhaltlichen Präzisierungen innerhalb der Themenfelder werden in der Fachkonferenz der Schule beraten und festgelegt. Dabei sind eine bloße Wiederholung von Inhalten aus der Sekundarstufe I sowie eine Vorwegnahme von Inhalten aus der Qualifikationsphase zu vermeiden. Die Reihenfolge der Themenfelder ist nicht festgelegt. Dies ermöglicht es, basierend auf einer geeigneten Lernstandsdiagnose schulspezifische Angebote zu gestalten.

3.1.1 Biologie des Verhaltens	
<p>Das Beobachten und Analysieren der Verhaltensweisen von Menschen und Tieren in der Ethologie ist ein fester Bestandteil der Biowissenschaften.</p> <p>Sowohl traditionelle Untersuchungen als auch moderne Aspekte aus der Neurobiologie, Verhaltensökologie und Fragen genetisch bedingter Voraussetzungen bieten vielfältige Kontexte, um fachspezifische Kompetenzen zu entwickeln. Insbesondere die Unterscheidung funktionaler und kausaler wie auch proximaler und ultimer Erklärungsweisen kann in diesem Themenfeld analysiert werden.</p> <p>Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen“ und „Gewaltprävention“.</p>	
Inhalte	<p>Angeborenes Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fragestellungen und Methoden der Ethologie – proximale und ultimale Ursachen – Reflexe – Auslöser, Motivation, Modellvorstellungen – Konfliktverhalten <p>Sozialverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kommunikation – Formen des Zusammenlebens, Sozialstrukturen – Reviere, Fortpflanzungsstrategien – Rangordnung, Aggression <p>Physiologische Grundlagen des Verhaltens</p> <ul style="list-style-type: none"> – Informationsaufnahme, -leitung und -verarbeitung – Steuerung von Verhalten <p>Lernverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lernen versus Reifung – Funktion von Lernen – einfache Formen des Lernens
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – Freilandbeobachtungen, um Fragestellungen zu entwickeln und um proximale und ultimale Ursachen zu unterscheiden – Beobachtungen unter Laborbedingungen im Sinne eines hypothetisch-deduktiven Vorgehens – Experimente zu kausalen Erklärungen menschlichen Lernverhaltens

3.1.1 Biologie des Verhaltens	
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nervenzelle und Informationsverarbeitung <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kommunikation in Tierstaaten <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Modellvorstellungen zum Instinktverhalten <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Reifung
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – Artenschutz oder Tierquälerei – Sind Zoos noch zeitgemäß? – Historische Versuche mit Menschen – Kaspar Hauser – Psychologische Experimente – Milgram – Untersuchungen an Achatschnecken – Was wirbellose Tiere können – Experimente zur Konditionierung – Wie klug sind Ratten?

3.1.2 Biologie der Zelle	
<p>Bei allen Lebensprozessen spielen zelluläre Vorgänge eine wesentliche Rolle. In diesem Themenfeld sollen die Lernenden Kennzeichen lebender Systeme wiederholen, Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion erarbeiten sowie Vernetzungen zwischen Systemebenen aufzeigen. Dies reicht von der molekularen Ebene bis zum Organismus. Um zu den gewünschten Erkenntnissen zu gelangen, nutzen die Lernenden vielfältige fachgemäße Methoden wie das Beobachten, Vergleichen und Ordnen, das Experimentieren und das Modellieren. Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu dem übergreifenden Thema „Berufs- und Studienorientierung“.</p>	
Inhalte	<p>Lebewesen bestehen aus Zellen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Funktion eukaryotischer und prokaryotischer Zellen <p>Die Zelle, kleinste Funktionseinheit der Lebewesen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lichtmikroskopie – Elektronenmikroskopie – Zellbestandteile <p>Bau- und Inhaltsstoffe der Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kohlenhydrate – Proteine – Lipide – ATP – Nucleinsäuren <p>Lebewesen vermehren sich</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zellzyklus – ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung – genetische Variabilität <p>Vom Einzeller zum Vielzeller</p> <ul style="list-style-type: none"> – einzellige Lebewesen – Vielzeller – Zelldifferenzierung – Organisation der Lebewesen
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – pflanzliche und tierische Zellen mikroskopisch beobachten – Zellinhaltsstoffe qualitativ untersuchen

3.1.2 Biologie der Zelle	
Basiskonzepte	Struktur und Funktion <ul style="list-style-type: none">– Kompartimentierung der Pro- und Eucyte Stoff- und Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none">– ATP – Energieüberträger im Zellstoffwechsel Information und Kommunikation <ul style="list-style-type: none">– Kommunikation der Zellen in vielzelligen Organismen Individuelle und evolutive Entwicklung <ul style="list-style-type: none">– Evolution vom Einzeller zum Vielzeller
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none">– Meilensteine der Zellbiologie– Stammzellforschung, Stammzellspende, Stammzelltherapie– Sukzession im Heuaufguss– Historische Entwicklung von Theorien zur Evolution von Mitochondrien und Plastiden

3.1.3 Fortpflanzung und Entwicklung	
<p>Die Weitergabe des genetischen Materials eines Organismus an die nächste Generation wird durch Fortpflanzung gesichert. Das kann auf asexuellem oder sexuellem Weg erfolgen.</p> <p>Die weitere Entwicklung vielzelliger Lebewesen ist in verschiedene Abschnitte unterteilt und beruht auf einer Vielzahl beeinflussender Faktoren und Mechanismen, z. B. Signalmolekülen, Entwicklungsgenen oder auch Zell-Zell-Wechselwirkungen.</p> <p>Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Sexualerziehung/Bildung für sexuelle Selbstbestimmung“ und „Gleichstellung und Gleichberechtigung der Geschlechter“. Die Lernenden werden befähigt, ein Bewusstsein für die Vielfalt der Lebensweisen und der sexuellen Orientierungen zu entwickeln.</p>	
Inhalte	<p>Ungeschlechtliche Fortpflanzung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fortpflanzungsstrategien im Pflanzen- und Tierreich <p>Geschlechtliche Fortpflanzung bei Tier und Mensch</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bau und Bildung weiblicher Keimzellen – Bau und Bildung männlicher Keimzellen – Besamung und Befruchtung – Geschlechtsbestimmung <p>Entwicklung bei Wirbeltieren und Mensch</p> <ul style="list-style-type: none"> – Furchung und Furchungstypen – Gastrulation und Bildung der Keimblätter – Neurulation und Organbildung <p>Innere Bedingungen der Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bedeutung des Zellkerns – Bedeutung des Cytoplasmas – Determination und Induktion – Regeneration und Totipotenz
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – mikroskopische Beobachtung von Mitose- und Meiosestadien – Untersuchungen zum Bau des Hühnereies – kausale Experimente zu den inneren Bedingungen der Embryonalentwicklung auswerten

3.1.3 Fortpflanzung und Entwicklung	
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none">– Zusammenhang von Struktur und Funktion bei Keimzellen <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none">– Kommunikation auf Zell- und Gewebeebene – Bedeutung von Signalstoffen während der Embryonalentwicklung <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none">– Mechanismen und Faktoren, die Entwicklungsvorgänge steuern <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none">– Ontogenese versus Phylogenese– Prinzip der Zelldifferenzierung am Beispiel der Embryonalentwicklung
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none">– Geschichte und Grundkonzepte der Entwicklungsbiologie– Forschung mit Stammzellen

3.1.4 Vielfalt und Entwicklung der Wirbeltiere	
<p>Kenntnisse über die Vielfalt und Entwicklung von Wirbeltieren ermöglichen es, den Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Biodiversität und gesellschaftlichen Veränderungen zu erkennen.</p> <p>Die Wirbeltiere weisen unterschiedliche Strukturen und Funktionen auf, die mit der Anpasstheit an den jeweiligen Lebensraum erklärt werden. Diese Biodiversität der Wirbeltiere lässt sich evolutionsbiologisch auf eine Stammart zurückführen.</p> <p>Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu dem übergreifenden Thema „Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen“.</p>	
Inhalte	<p>Vielfalt von Strukturen und Funktionen als Belege für Verwandtschaft und Anpasstheit von Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vergleich von Strukturen verschiedener Wirbeltiergruppen und ihrer Funktionen im Hinblick auf Verwandtschaft und Anpasstheit: z. B. Extremitäten, Körperbedeckung, Atmungsorgane, Herz, Gehirn – Vergleich von Strategien verschiedener Wirbeltiergruppen im Hinblick auf Verwandtschaft und Anpasstheit: z. B. Exkretion, Fortpflanzung, Überwinterung – Belege für Evolution: z. B. Embryologie, Atavismen, homologe und analoge Strukturen <p>Ordnung und Darstellung der Entwicklung von Vielfalt durch phylogenetische Stammbäume (Kladogramme)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stammbäume rezenter Wirbeltiere – Altersbestimmung von Fossilien – Erstellen von Stammbäumen
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich unterschiedlicher Präparate nach selbstgewählten Kriterien: z. B. Vergleich der Extremitäten bei landlebenden Wirbeltieren z. B. Vergleich verschiedener Primaten- und Menschenschädel – Vergleich von Stammbäumen, die auf verschiedenen Grundlagen erstellt werden
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Funktion von Extremitäten und Atmungsorganen landlebender Wirbeltiere – Struktur und Funktion von Primatenschädeln <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energiebedarf funktionsloser Organe <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – biogenetische Grundregel

3.1.4 Vielfalt und Entwicklung der Wirbeltiere**mögliche
Kontexte**

- Rückgang der Biodiversität
- Argumentationen von Evolutionsgegnern (z. B. Archaeopteryx, Exkretion der Amphibien und Reptilien)
- Wirbeltierklassen im Wandel

3.1.5 Umgang mit Zivilisationskrankheiten

Zivilisationskrankheiten sind nicht übertragbare Krankheiten, die häufig aus einer ungesunden Lebensweise resultieren. Die Zahl der Todesfälle durch Zivilisationskrankheiten nimmt immer weiter zu.

Im Zentrum des Themenfeldes stehen medizinische und gesundheitswissenschaftliche Fragestellungen und Lösungsstrategien. Es werden Zusammenhänge zwischen Lebensweise und Gesundheit auch vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung analysiert und beurteilt.

Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Gesundheitsförderung“ und „Bildung zur Akzeptanz von Vielfalt (Diversity)“.

Inhalte	<p>Begriff Zivilisationskrankheiten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammenhang zwischen Lebensweise und Auftreten von Erkrankungen <p>Diabetes mellitus</p> <ul style="list-style-type: none"> – Regulation des Blutzuckerspiegels – Ursachen von Diabetes mellitus Typ I und II – Symptome und Krankheitsverlauf – Behandlung, Prävention <p>Atemwegserkrankungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Funktion des Atmungssystems – Gasaustausch in Lunge und Körpergewebe – Ursachen, Symptome, Behandlung und Prävention von Atemwegserkrankungen <p>Herz-Kreislauf-Erkrankungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Funktion des menschlichen Kreislaufsystems – Ursachen, Symptome, Behandlung und Prävention koronarer Herzkrankungen – Ursachen, Symptome, Behandlung und Prävention von Hypertonie <p>Stoffwechselanomalien</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grundprinzip von Stoffwechselanomalien – Rolle von Enzymen im Stoffwechsel – Ursachen, Symptome, Behandlung und Prävention von Stoffwechselanomalien (z. B. Gicht)
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – qualitativer Zuckernachweis im Zusammenhang mit der Messung des Blutzuckerspiegels (Modellexperiment) – Arterien und Venen mit dem Mikroskop beobachten

3.1.5 Umgang mit Zivilisationskrankheiten	
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammenhang zwischen den Strukturen der verschiedenen Systemebenen des Menschen: Zelle, Gewebe, Organ und Organsystem und deren Funktion bzw. Fehlfunktion <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aufnahme, Umwandlung und Abgabe von Stoffen und Energie durch den menschlichen Körper sowie Störungen dieser Prozesse im Zusammenhang mit Stoffwechselanomalien <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Prinzip der Homöostase am Beispiel der Regulation des Blutzuckerspiegels
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – Optimierte Prävention, Diagnostik und Therapie durch personalisierte Medizin – Demografischer Wandel und seine Folgen – Bildung beginnt im Magen – eSport: Besser als gar kein Sport? – Schülerinnen und Schüler retten Leben – Risiko Zoonosen

3.2 Themenfelder und Inhalte für die Qualifikationsphase

In diesem Kapitel sind die Themenfelder und Inhalte für die Kurshalbjahre der Qualifikationsphase dargestellt. Diese knüpfen an die Themen und Inhalte des Fachs Biologie in der Sekundarstufe I an.

Die Themenfelder sind inhaltlich und zeitlich so strukturiert, dass sie eine sinnvolle und begründete Reihenfolge ergeben. Die Zuordnung der Themenfelder zu den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase ist für den Grund- und Leistungskurs verbindlich. Die zweispaltige Anordnung der Inhalte verdeutlicht, welche Inhalte im Leistungskurs zusätzlich zu den Grundkursinhalten behandelt werden.

Die in den Tabellen angegebenen Fachbegriffe beschränken sich auf wichtige, unverzichtbare Begriffe. Es werden hier nur die Fachbegriffe aufgeführt, die nicht bei den Inhalten erwähnt wurden und die über die Fachbegriffe im Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1-10 der Berliner und Brandenburger Schulen hinausgehen.

Experimente haben in den naturwissenschaftlichen Fächern einen hohen Stellenwert. Für jedes Themenfeld sind verbindliche Experimente und Untersuchungen angegeben. Diese können je nach Ausstattung der Schule variiert werden, sofern die mit dem Experiment bzw. der Untersuchung verbundenen Intentionen gewahrt bleiben.

Zu jedem Themenfeld sind inhaltliche Beispiele für Bezüge zu den Basiskonzepten dargestellt, die auch eine Differenzierung von Grund- und Leistungskurs verdeutlichen.

Um zu veranschaulichen, wie die Bildungsstandards mit den Inhalten für den Grund- und Leistungskurs des Themenfeldes verknüpft werden können, sind Beiträge zur Kompetenzentwicklung exemplarisch angegeben. Die Klammerangaben hinter den Kompetenzbeschreibungen beziehen sich jeweils auf den dazugehörigen Standard.

Die angegebenen Kontexte sind gesellschaftlich relevant und bieten eine Auswahl, Unterricht zu den Themenfeldern alltagsbezogen, fachübergreifend und adressatengerecht zu planen. Das Vorgehen im Unterricht soll so angelegt sein, dass junge Menschen eingeladen, ermutigt und inspiriert werden, sich die Welt aus naturwissenschaftlicher Sicht zu erschließen.

Auf Grundlage der Angaben zu den Themenfeldern werden die im Rahmen des schulinternen Curriculums fachbezogenen Festlegungen für die Schule erarbeitet. Hierbei sind die verbindlichen Inhalte, Fachbegriffe, Experimente und Untersuchungen zu beachten.

Verteilung der Themenfelder auf die Kurshalbjahre der Qualifikationsphase (Q1-Q4)

	Themenfelder für den Grund- und Leistungskurs	
Q1	3.2.1	Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene
Q2	3.2.2	Lebewesen in ihrer Umwelt
Q3	3.2.3	Molekulargenetische Grundlagen des Lebens
Q4	3.2.4	Vielfalt und Entwicklung des Lebens

3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene

Zellen zeigen alle Merkmale des Lebens, beispielsweise Stoff- und Energiewechsel. Beim abbauenden Stoffwechsel wird durch die Mitochondrien Energie bereitgestellt. Durch Biomembranen wird der Transport von Stoffen zwischen Kompartimenten ermöglicht. Speziell differenzierte Zellen, die Nervenzellen, nehmen Informationen aus der Umwelt auf, leiten sie in Form elektrischer Erregungen weiter und verarbeiten diese.

Im Leistungskurs wird die Betrachtung auf die organismische Ebene erweitert und mit der hormonellen Ebene bei der Steuerung menschlichen Verhaltens verschränkt.

Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Gesundheitsförderung“ und „Bildung zur Akzeptanz von Vielfalt (Diversity)“. Die Lernenden werden befähigt, ein Bewusstsein für eine gesundheitsfördernde Lebensweise zu entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Gesunderhaltung des Nervensystems.

	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Grundlegende Zusammenhänge und Voraussetzungen des Stoff- und Energiewechsels	
	<ul style="list-style-type: none"> – Stofftransport zwischen Kompartimenten auf zellulärer Ebene – Stoffwechselregulation auf Enzymebene – chemiosmotische ATP-Bildung – Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-/ADP-System 	
	Abbauender Stoffwechsel	
	<ul style="list-style-type: none"> – Feinbau des Mitochondriums – Stoff- und Energiebilanz: Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus, Atmungskette 	<ul style="list-style-type: none"> – energetisches Modell der Atmungskette – alkoholische Gärung und Milchsäuregärung

3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Grundlagen der Informationsverarbeitung	
	<ul style="list-style-type: none"> – Bau und Funktionen von Nervenzellen – Ruhepotenzial, Aktionspotenzial – Erregungsleitung – fachliches Verfahren: Potenzialmessungen – Struktur und Funktion der erregenden chemischen Synapse – neuromuskuläre Synapse – Stoffeinwirkung an Synapsen 	<ul style="list-style-type: none"> – primäre und sekundäre Sinneszellen – Rezeptorpotenzial – Funktion einer hemmenden Synapse – Verrechnung: räumliche und zeitliche Summation – zelluläre Prozesse des Lernens – Störungen des neuronalen Systems – fachliche Verfahren: neurophysiologische Verfahren – Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung
Fachbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> – Kompartimentierung – Biomembran – Diffusion, Osmose – Plasmolyse, Deplasmolyse – aktiver und passiver Transport – Endo- und Exocytose – Substratspezifität – Wirksamkeit – Enzymhemmung – kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung – PSP, EPSP 	<ul style="list-style-type: none"> – MICHAELIS-MENTEN-Konstante – elektrotonische Erregungsleitung – IPSP – neuronale Plastizität
	Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – Osmose mikroskopisch und makroskopisch beobachten

3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammenhang von Struktur und Funktion bei Biomembranen, Mitochondrien, Nervenzellen, Synapsen – Prinzip der Kompartimentierung bei Zellen und deren Organellen – Prinzip der Oberflächenvergrößerung bei Mitochondrien – Schlüssel-Schloss-Prinzip bei enzymatischen Reaktionen sowie bei der Bindung von Transmittern an Rezeptormoleküle <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grundprozesse der Dissimilation – energetische Kopplung am Beispiel ADP/ATP <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aufnahme und Weiterleitung von Informationen bei Nervenzellen und Synapsen <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Regulation der Enzymaktivität – Einflüsse von Drogen und Medikamenten 	<p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – energetisches Modell der Atmungskette <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verarbeitung und Speicherung von Informationen bei Nervenzellen und Synapsen – Codierung und Decodierung von Information – Modellvorstellungen und Theorien zum Lernen auf der Basis zellulärer Prozesse – Hormonelle und neuronale Informationsübertragung <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – positive und negative Rückkopplung am Beispiel der Enzyme – Regulation des Hormonspiegels – Prinzip der Homöostase

3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern den Feinbau der Mitochondrien unter Nutzung des Basiskonzeptes Struktur und Funktion. (S 3) – diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen am Beispiel der Biomembran. (E 12) – erläutern, wie das Ruhepotenzial entsteht und aufrechterhalten wird. (S 7) – recherchieren zielgerichtet zu Stoffeinwirkungen an Synapsen in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus (K 1) und prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate. (K 12) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – planen Experimente zur Abhängigkeit enzymatischer Reaktionen, führen diese durch und protokollieren sie. (E4) – berücksichtigen die Variablenkontrolle bei Experimenten enzymatischer Reaktionen. (E 6) – präsentieren mit geeigneten analogen und digitalen Medien Arbeitsergebnisse zu Störungen des neuronalen Systems sach- und adressatengerecht. (K 11) – bilden sich kriteriengeleitet Meinungen über den Einsatz psychoaktiver Substanzen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten. (B 9) – beurteilen analoge und digitale Quellen zu psychoaktiven Stoffen nach ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen. (B 5)
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – Entwicklung von Modellen zur Biomembran – Modellorganismus Kartoffel – EMG – Möglichkeiten und Grenzen – Demenz – Eine neurodegenerative Erkrankung 	

3.2.2 Lebewesen in ihrer Umwelt

Ökologie beinhaltet die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt. Dazu zählen Einflüsse der unbelebten Natur, z. B. Temperatur und Licht. Als Produzent energiereicher organischer Stoffe kommt den grünen Pflanzen eine besondere Bedeutung im Ökosystem zu. Sie sind eine wichtige Voraussetzung für Stoffkreisläufe und Energiefluss in Ökosystemen. Alle Lebewesen gehen eine Vielzahl intra- und interspezifischer Wechselwirkungen ein. Durch den zunehmenden Einfluss auf seine Umwelt gestaltet und verändert der Mensch Ökosysteme grundlegend.

Ein höherer Abstraktionsgrad bei Theorien und Modellen und eine größere Intensität fachspezifischer Verfahren erweitern die Betrachtungen im Leistungskurs.

Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Europabildung“ in der Schule und „Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen“. Indem sie sich mit ökologischen Inhalten befassen, werden die Lernenden dafür sensibilisiert, wie sie durch eigenes Handeln Europa und die Welt gestalten können.

	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalt	Strukturen in Ökosystemen und abiotische Umwelt	
	<ul style="list-style-type: none"> – Ökosystem, Biotop und Biozönose – Toleranzkurven, ökologische Potenz – Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen: Temperatur und RGT-Regel, Licht 	<ul style="list-style-type: none"> – Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen: Klimaregeln, Wasser
	Aufbauender Stoffwechsel	
	<ul style="list-style-type: none"> – Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau des Chloroplasten – Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum – fachliches Verfahren: Chromatografie – CALVIN-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration – Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen – Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren – Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> – Lichtsammelkomplex – energetisches Modell der Lichtreaktionen – C4-Pflanze – fachliches Verfahren: Tracer-Methode

3.2.2 Lebewesen in ihrer Umwelt		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalt	Strukturen in Ökosystemen und biotische Umwelt	
	<ul style="list-style-type: none"> – intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen – Einfluss biotischer Faktoren auf Populationen: Konkurrenzvermeidung, Konkurrenzausschluss, LOTKA-VOLTERRA-Regeln 	<ul style="list-style-type: none"> – Fortpflanzungsstrategien: K- und r-Strategie – idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum – dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren
	Zusammenhänge in Ökosystemen	
	<ul style="list-style-type: none"> – ökologische Nische – Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz – fachliche Verfahren: ökologische Faktoren erfassen und in einem Areal qualitativ erfassen 	<ul style="list-style-type: none"> – Stickstoffkreislauf – fachliches Verfahren: Arten in einem Areal quantitativ erfassen
	Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität	
	<ul style="list-style-type: none"> – Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts – Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, Mittel und Wege zu Erhalt und Renaturierung, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität 	<ul style="list-style-type: none"> – hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt – ökologischer Fußabdruck
Fachbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> – stenök, euryök – homoiotherm, poikilotherm – Assimilation, Dissimilation – autotroph, heterotroph 	<ul style="list-style-type: none"> – C3-Pflanzen – Hydro-, Hygro-, Meso-, Xerophyten – Mimikry, Mimese – Populationsdichte
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – mikroskopische Untersuchung eines Blattquerschnitts – in einem Areal qualitative Daten von Arten erheben, die ggf. digital aufgenommen und ausgewertet werden 	<ul style="list-style-type: none"> – Fotosyntheseprodukte qualitativ untersuchen – in einem Areal quantitative Daten von Arten erheben, die ggf. digital aufgenommen und ausgewertet werden

3.2.2 Lebewesen in ihrer Umwelt		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gliederung eines Ökosystems – Wirkung abiotischer Faktoren auf Blattstrukturen <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grundprozesse der Assimilation – Stoffkreisläufe in Ökosystemen <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – intra- und interspezifische Wechselbeziehungen <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – LOTKA-VOLTERRA -Regeln <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anpasstheit der Arten – Veränderung eines Ökosystems durch Umwelteinflüsse 	<p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Prinzip der Nachhaltigkeit und ökologischer Fußabdruck <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tarnen und Täuschen <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Regulation der Populationsentwicklung durch dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – K- und r-Strategen

3.2.2 Lebewesen in ihrer Umwelt		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erläutern den Feinbau eines Chloroplasten unter Nutzung des Basiskonzepts Struktur und Funktion. (S 3) – strukturieren intra- und interspezifische Beziehungen und erschließen Schutz- und Abwehrverhalten mithilfe des Basiskonzeptes Information und Kommunikation. (S 2) – erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung. (S 8) – setzen, indem sie die Sicherheitsbestimmungen beachten, freilandbiologische Geräte ein und wenden Techniken sachgerecht an, um ökologische Faktoren zu erfassen. (E 8) – argumentieren wissenschaftlich zu den Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht. (K 14) – beurteilen und bewerten Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive. (B 12) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – tauschen sich mit anderen konstruktiv über ihren ökologischen Fußabdruck aus, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls ihren eigenen Standpunkt. (K 13) – reflektieren am eigenen ökologischen Fußabdruck kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen. (B 10)
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – Prima Klima – (K)eine Plastiktüte bitte! – Erhalt von Biodiversität in der Stadt und auf dem Land 	

3.2.3 Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Die moderne Genetik beeinflusst viele Lebensbereiche des Menschen. So ist das Wissen über Epigenetik, Gentechnik und deren Methoden stärker in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt.

Der Leistungskurs stellt in erweiterter Perspektive aktuelle Bezüge zu gentechnischen Verfahren her und bewertet ihre Möglichkeiten und Grenzen.

Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Verbraucherbildung“ und „Gesundheitsförderung“. Die Lernenden werden angeregt, ein Bewusstsein für eine gesunde Lebensweise zu entwickeln und eine gesundheitsfördernde Umwelt selbstbestimmt zu gestalten.

	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal	
	<ul style="list-style-type: none"> – genetische Information speichern und realisieren: Bau der DNA und RNA, molekulare Mechanismen semikonservativer Replikation, Transkription und Translation, genetischer Code – Arten von Genmutationen 	<ul style="list-style-type: none"> – fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese
	Regulation der Genexpression	
	<ul style="list-style-type: none"> – Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren – Modifikationen des Epigenoms durch Methylierung 	<ul style="list-style-type: none"> – RNA-Interferenz – Modifikation des Epigenoms: Histonmodifikation – Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene
	Genetik menschlicher Erkrankungen	
<ul style="list-style-type: none"> – Familienstammbäume – Gentest und humangenetische Beratung – Gentherapie 	<ul style="list-style-type: none"> – fachliche Verfahren der Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, gentechnisch veränderte Organismen, gentherapeutische Verfahren – personalisierte Medizin 	

3.2.3 Molekulargenetische Grundlagen des Lebens		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Fachbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> – Genom – Autosom, Gonosom – Nukleotid – Primer – OKAZAKI-Fragmente – Promotor – RNA-Prozessierung – Codon, Anti-Codon – Genexpression – Mutagene 	<ul style="list-style-type: none"> – Plasmide – Restriktionsenzyme – Geneditierung
Untersuchungen, Experimente	<ul style="list-style-type: none"> – Mikroskopie von Chromosomen 	<ul style="list-style-type: none"> – DNA-Extraktion
Basiskonzepte	<p>Struktur- und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammenhang von Struktur und Funktion auf Molekülebene bei Nukleinsäuren und Proteinen – Prinzip der Kompartimentierung bei der Realisierung der genetischen Information – Schlüssel-Schloss-Prinzip bei enzymatischen Reaktionen <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Codierung und Decodierung der genetischen Information – genetischer Code <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Regulation der Genaktivität <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Weitergabe der genetischen Information über Generationen – genetische Variation als Ursache für Artwandel 	<p>Struktur- und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schlüssel-Schloss-Prinzip bei diagnostischen oder molekularbiologischen Verfahren <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beeinflussung der Zellentwicklung durch Signalstoffe <p>Steuerung und Regelung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beeinflussung der Expression von Genen durch RNA-Interferenz – Krebsentstehung durch Fehlregulation

3.2.3 Molekulargenetische Grundlagen des Lebens		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben den Bau der DNA sachgerecht. (S 1) – formulieren zum Mechanismus der identischen Replikation theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen. (S 4) – finden in recherchierten Daten zur Häufigkeit genetisch bedingter Erkrankungen Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen. (E 9) – nutzen kontinuierliche Texte und überführen diese in Familienstammbäume als fachspezifische Darstellungsform. (K 9) – stellen Bewertungskriterien für den Einsatz von Gentests auf, dabei berücksichtigen sie auch außerfachliche, z. B. ethische und ökonomische Aspekte. (B 7) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben die unterschiedliche Entwicklung eineiiger Zwillinge als Ausgangspunkt für Untersuchungen des Epigenoms. (E 1) – analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien zur Anwendung genterapeutischer Verfahren im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors. (K 4) – reflektieren den Prozess der Bewertung der personalisierten Medizin aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive. (B 11)
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – „Bunte“ Gentechnik – Molekulares Gedächtnis und Generationenverantwortung – Geneditierung mit CRISPR/Cas9 – Ethische und juristische Aspekte gentechnischer Verfahren 	

3.2.4 Vielfalt und Entwicklung des Lebens		
<p>Auf der Erde existiert eine große Biodiversität. Ihre Entstehung und Veränderung ist Gegenstand von Evolutionstheorien. Der wissenschaftliche Fortschritt, vor allem auf dem Gebiet der Molekularbiologie, führt ständig zu neuen Erkenntnissen über die stammesgeschichtliche Entwicklung.</p> <p>Im Leistungskurs werden die Betrachtungen insbesondere durch die inhaltliche Vertiefung zur Evolution des Menschen erweitert.</p> <p>Das Themenfeld bietet besondere Anknüpfungspunkte zu den übergreifenden Themen „Bildung zur Akzeptanz von Vielfalt (Diversity)“, „Interkulturelle Bildung und Erziehung“ sowie „Kulturelle Bildung“. Indem sie wissenschaftliche Theorien zur Evolution ergründen, entwickeln die Lernenden die Bereitschaft und Fähigkeit, Vielfalt als selbstverständlich und als Bereicherung wahrzunehmen.</p>		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Inhalte	Prinzipien der Evolution	
	<ul style="list-style-type: none"> – die synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen – Grundlegende Prinzipien der Evolution: – Mutation, Rekombination, Selektion, Isolation, Drift – Variation, Fitness, Biodiversität – Verwandtschaft, allopatrische Artbildung, populationsgenetischer Artbegriff, Koevolution – adaptiver Wert von Verhalten: reproduktive Fitness, Kosten-Nutzen-Analyse 	<ul style="list-style-type: none"> – sympatrische Artbildung – Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten
	Belege für die Evolution und Stammbäume	
	<ul style="list-style-type: none"> – Belege für die Evolution: molekularbiologische Homologien – Stammbäume: ursprüngliche und abgeleitete Merkmale 	<ul style="list-style-type: none"> – Evolution des Menschen: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen – Kulturelle Evolution des Menschen: Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung
Fachbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> – Genpool – Evolutionsfaktoren – Selektionsfaktoren – transformierende, disruptive und stabilisierende Selektion 	<ul style="list-style-type: none"> – sexuelle Selektion, Sexualdimorphismus – prä- und postzygotische Isolationsmechanismen – Gründereffekt – adaptive Radiation

3.2.4 Vielfalt und Entwicklung des Lebens		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
Untersuchungen, Experimente		<ul style="list-style-type: none"> – Modellexperiment: Simulation der Wirkung von Evolutionsfaktoren in Populationen
Basiskonzepte	<p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> – Artenvielfalt und Anpasstheit – Koevolution als Struktur- und Funktionsbeziehung, die mit der Lebensweise von Organismen und deren Umwelt zusammenhängt – Homologien und Analogien als Formen stammesgeschichtlicher Anpasstheit <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energieaufwand versus Fitnessmaximierung <p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Codierung und Decodierung der genetischen Information – der genetische Code <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Selektion als wichtige Ursache für Artwandel – Reproduktionsstrategien unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung 	<p>Information und Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – Weitergabe von Erfahrungen als Bestandteil der kulturellen Evolution des Menschen – sexuelle Selektion – Sozialverhalten bei Primaten <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> – ultimate Ursachen von Verhalten – Einflüsse auf den Fortpflanzungserfolg

3.2.4 Vielfalt und Entwicklung des Lebens		
	Grundkurs	Leistungskurs (zusätzlich zum Grundkurs)
mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache bei der Abgrenzung nichtnaturwissenschaftlicher Vorstellungen zur Evolution. (K 6) – betrachten den Zusammenhang von Evolution und Verhalten aus unterschiedlichen Perspektiven. (B 2) – stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen am Beispiel der Interpretation der molekularbiologischen Homologien für die stammesgeschichtliche Einordnung von Organismen dar. (S 6) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – erklären Sozialverhalten bei Primaten aus ultimer und proximaler Sicht. (K 7) – analysieren die Merkmale fossiler Funde möglicher Vorfahren des Menschen im Hinblick auf deren stammesgeschichtliche Einordnung. (B 1) – erschließen und strukturieren, auch mithilfe des Basiskonzepts evolutive Entwicklung, vergleichend Eigenschaften von Menschenaffen und Mensch und erläutern diese unter qualitativen und quantitativen Aspekten. (S 5) – stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden zur kulturellen Evolution des Menschen fachübergreifende Bezüge her. (E 14) – reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des Prozesses, Erkenntnisse zur Evolution des Menschen zu gewinnen. (E 15)
mögliche Kontexte	<ul style="list-style-type: none"> – Selbstlose Gene – Künstliche Intelligenz – Wie viel Neandertaler steckt in uns? 	