



Lehrplan

Biologie

Gymnasiale Oberstufe

Grundkurs

Hauptphase

- Erprobungsphase -

2019

Inhalt

Vorwort

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Themenfelder Hauptphase der gymnasialen Oberstufe

Kompetenzerwartungen

Anhang

Vorwort

Die Jahrgangsstufen in der gymnasialen Oberstufe bieten den Schülerinnen und Schülern eine ihren Neigungen und Fähigkeiten entsprechende Erziehung und Bildung. Neben der Vermittlung fachlicher Kenntnisse sowie sozialer, methodischer, sprachlicher, interkultureller und ästhetischer Kompetenzen sind die Entwicklung und Stärkung der Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler ein wichtiges Ziel. Mit dem Abschluss des Bildungsgangs der gymnasialen Oberstufe sollen sie in der Lage sein, ihr privates und berufliches Leben sinnbestimmt zu gestalten und als mündige Bürgerinnen und Bürger verantwortungsvoll am gesellschaftlichen Leben sowie an demokratischen Willensbildungs- und Entscheidungsprozessen mitzuwirken.

Der Bildungsgang in der Hauptphase der gymnasialen Oberstufe ist wissenschaftspropädeutisch angelegt und führt zur Allgemeinen Hochschulreife. Aufbauend auf den bis zum Mittleren Bildungsabschluss erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten vermittelt er Schülerinnen und Schülern unabhängig von sozialen und kulturellen Voraussetzungen eine vertiefte allgemeine Bildung. Die Bildung in der gymnasialen Oberstufe bereitet auf ein Hochschulstudium vor, befähigt aber ebenso zum Eintritt in berufsbezogene Bildungsgänge.

Der Unterricht berücksichtigt individuelle Lern- und Entwicklungsvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Durch das Angebot verschiedener Wahl- und Zusatzangebote bietet die gymnasiale Oberstufe die Möglichkeit, eigene Schwerpunkte zu setzen. Dabei kommt der Förderung leistungsschwächerer ebenso wie besonders leistungsstarker Schülerinnen und Schüler eine hohe Bedeutung zu. Der Unterricht soll so angelegt sein, dass die Schülerinnen und Schüler Freude am Lernen, die Anstrengungsbereitschaft, die Konzentrationsfähigkeit und die Genauigkeit entwickeln, die eine vertiefte Beschäftigung mit anspruchsvollen bis hin zu wissenschaftlichen Aufgabenstellungen ermöglichen.

Der stetige Zuwachs an wissenschaftlichen Erkenntnissen erfordert in zunehmendem Maße lebenslanges Lernen. Der Unterricht trägt dem Rechnung durch die besondere Betonung methodischer Kompetenzen und durch exemplarisches Lernen. Damit verbunden sind inhaltliche Reduktion sowie der zunehmende Einsatz schülerzentrierter Sozialformen, die eigenständiges Lernen und Teamfähigkeit fördern.

Auch die Verfügbarkeit moderner Medien zur Informationsbeschaffung, zur Kommunikation und zur Bewertung stellt an die Ausgestaltung des Unterrichts neue Anforderungen. Es ist grundsätzlich Aufgabe aller Fächer, den Schülerinnen und Schülern einen sachgerechten und verantwortungsvollen Umgang mit den neuen Medien zu vermitteln.

Lehrpläne und Unterricht berücksichtigen die im Rahmen der Kultusministerkonferenz (KMK) vereinbarten Vorgaben. Die einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) umfassen neben inhaltsbezogenen Kompetenzen auch allgemeine Kompetenzen wie zum Beispiel Beurteilungskompetenz und Kommunikationskompetenz sowie methodische Kompetenzen und Lernstrategien, über die die Schülerinnen und Schüler verfügen sollen, um die inhaltsbezogenen Kompetenzen zu erwerben.

Die Lehrpläne gehen jeweils von einem fachspezifischen Kompetenzmodell aus, um inhaltsbezogene und allgemeine Kompetenzerwartungen zu formulieren. Die verbindliche Festlegung der allgemeinen Kompetenzen eröffnet Chancen für eine Weiterentwicklung der Unterrichtskultur. Dabei kommt individuellen und kooperativen Lernformen, die selbstorganisiertes Handeln sowie vernetztes Denken fördern, besondere Bedeutung zu.

Die Lehrpläne greifen die schulformübergreifenden Vorgaben der KMK-Bildungsstandards auf und tragen gleichzeitig durch die Auswahl und den Anspruch der inhaltlichen Vorgaben dem besonderen Anforderungsprofil der gymnasialen Oberstufe Rechnung.

Lehrpläne für das Fach Biologie der Gymnasialen Oberstufe (GOS)

Die Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe basieren auf dem Unterricht im Fach Biologie bzw. Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I der Gemeinschaftsschule und des Gymnasiums.

Kompetenzorientierung

Unter Kompetenzen versteht man die verfügbaren oder erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen. Kompetenz ist nach diesem Verständnis eine Disposition, die Personen befähigt, konkrete Anforderungssituationen erfolgreich zu bewältigen.

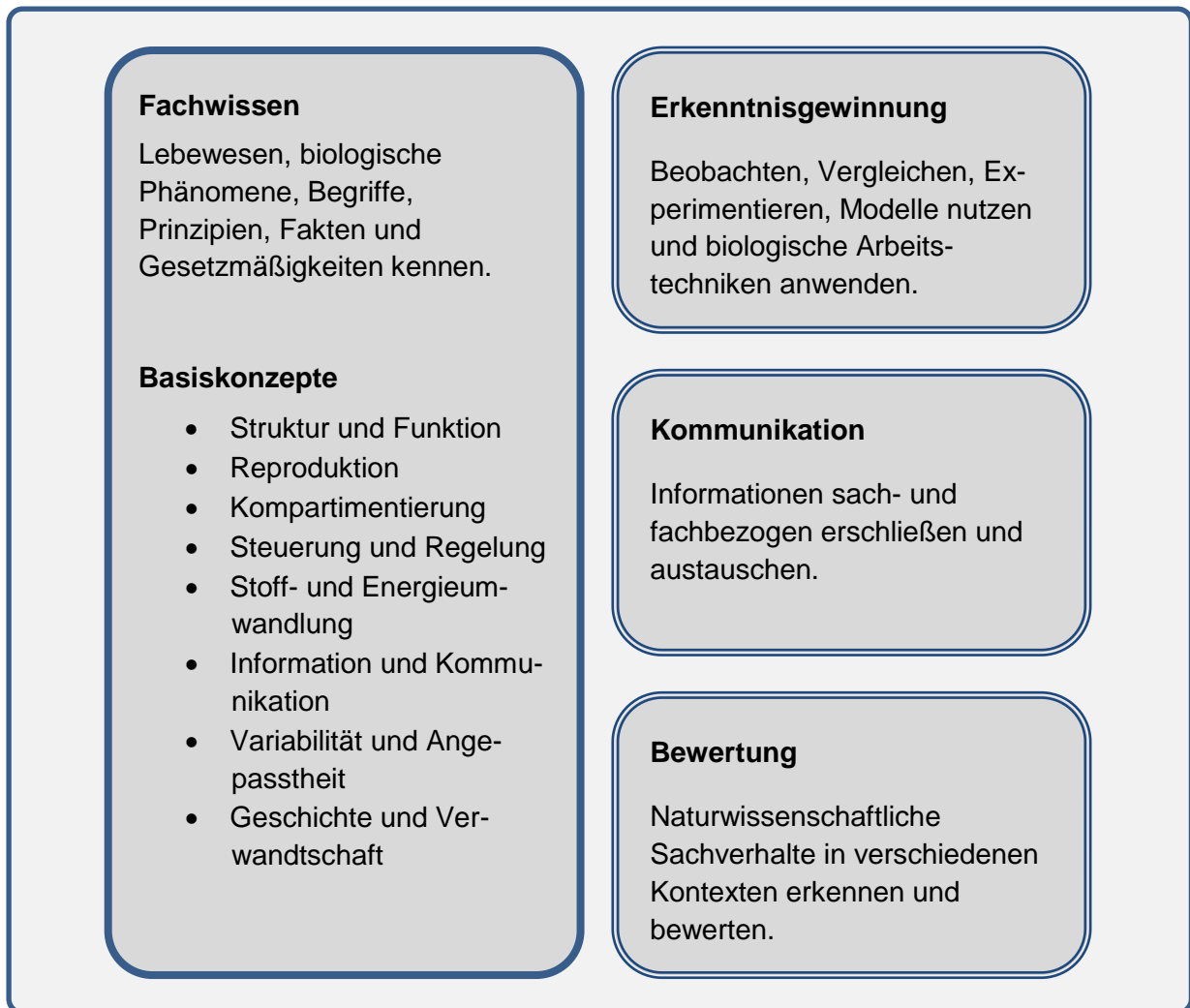
Kompetenz umfasst sowohl fachliches Wissen als auch Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die motivationalen, volitionalen und sozialen Einstellungen für die verantwortungsvolle Umsetzung in realen Situationen. Im Unterschied zu schnell erlernbaren, isolierten Inhalten sind Kompetenzen nicht kurzfristig trainierbar; sie werden in einem Entwicklungsprozess erworben, der mehrere Jahrgangsstufen umfasst. Durch die Kompetenzorientierung werden die Nachhaltigkeit schulischen Lernens und die Anschlussfähigkeit an das private und berufliche Leben gefördert.

Schülerinnen und Schüler sind kompetent, wenn sie zur Bewältigung von Anforderungssituationen

- auf Wissen und Fertigkeiten zurückgreifen und über die erforderlichen Einstellungen und Haltungen verfügen,
- die Fähigkeit besitzen, sich erforderliches Wissen oder Fertigkeiten zu beschaffen,
- zentrale Zusammenhänge des jeweiligen Sach- bzw. Handlungsbereichs erkennen,
- angemessene Handlungsschritte durchdenken und planen, Konsequenzen einschätzen und bewerten,
- Lösungsmöglichkeiten kreativ erproben,
- angemessene Handlungsentscheidungen treffen und umsetzen,
- das Ergebnis des eigenen Handelns an angemessenen Kriterien überprüfen und bewerten.

Kompetenzmodell

Die Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe sind kompetenzorientiert und berücksichtigen die Einheitlichen Prüfungsanforderung für das Fach Biologie für die Abiturprüfung („Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ lt. Beschluss der KMK vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004). Nach dem Kompetenzmodell sind neben dem inhaltsbezogenen Kompetenzbereich Fachwissen auch die Entwicklung der prozessbezogenen Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung verbindliche Vorgaben für den Unterricht und von besonderer Bedeutung für das Erreichen des Ziels einer biologischen Grundbildung, die auf Leistungskursniveau und auf Grundkursniveau dazu befähigt, alltagsrelevante biologische Sachverhalte zu beurteilen und nach ethischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien zu bewerten. Insbesondere der Leistungskurs hat darüber den Anspruch, zum Studium hinzuführen.



Kompetenzmodell für das Fach Biologie

Inhaltsbezogene Kompetenzen (Fachwissen)

Inhaltsbezogene Kompetenzen (Fachwissen) beschreiben das Verstehen, die Anwendung und die Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte, biologischer Prinzipien, Modelle und Vorstellungen, Begriffe und Erkenntnis leitender Ideen, mit deren Hilfe Phänomene erkannt, beschrieben und in bestehendes Wissen eingeordnet werden. Sie bilden die Wissensbasis, die Schülerinnen und Schüler benötigen, um die natürliche und die durch den Menschen veränderte Welt zu verstehen und zu erklären.

Prozessbezogene Kompetenzen

Konkrete, sich entwickelnde und zu messende Kompetenzen verbinden die Aktivitäten von Schülerinnen und Schülern mit fachlichen Inhalten, sie besitzen also stets eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension. Prozessbezogene Kompetenzen beschreiben die Handlungs-, Kommunikations- und Bewertungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Situationen, die die Nutzung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erfordern. Sie bilden die Basis der erforderlichen Fertigkeiten und Haltungen, die Schülerinnen und Schüler benötigen, um die natürliche und die durch den Menschen veränderte Welt in Kombination mit dem Fachwissen zu gestalten und Sachverhalte und Handlungen zu beurteilen.

Die Handlungsdimension des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung, umfasst grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Arbeitstechniken wie hypothesengeleitetes Experimentieren, Beobachten, Vergleichen und die Modellbildung und -nutzung. Der Kompetenzbereich Kommunikation umfasst den Austausch über biologische Sachverhalte (Erfas-

sen und Vermitteln), den Erwerb und die Anwendung der Fachsprache sowie deren Umsetzung in Alltagssprache. Kommunikationskompetenz führt zur Diskursfähigkeit über Themen der Biologie, einschließlich solcher, die von besonderer Gesellschafts- und Alltagsrelevanz sind.

Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten zu erkennen und zu bewerten, lernen die Schülerinnen und Schüler im Kompetenzbereich Bewertung. Auf der Grundlage eines basalen und vernetzten Fachwissens entwickeln die Lernenden Wertschätzung für eine intakte Natur und eine eigene gesunde Lebensführung. Sie zeigen Verständnis für Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung.

Für das Erschließen, Ordnen und Bewerten noch unbekannter Phänomene und neuer Fragestellungen ist es sinnvoll, die zu untersuchenden Gegenstände in Unterrichtseinheiten, Themenfelder, und die wissenschaftlichen Aspekte mit Hilfe Erkenntnis leitender Ansätze, den Basiskonzepten, zu strukturieren.

Basiskonzepte in der Biologie

Der Vielfalt biologischer Phänomene und Sachverhalte liegen Prinzipien zugrunde, die sich als Basiskonzepte beschreiben lassen. Sie ermöglichen einerseits Zugänge und Strukturierungen der Themenbereiche, die den Schülerinnen und Schülern helfen, die Gegenstände der Biologie zu erfassen und einzuordnen. Andererseits dienen sie der Metareflexion der erworbenen Kenntnisse des Lebens. Im Folgenden sind die Basiskonzepte aufgelistet; die jeweils angeführten Beispiele illustrieren ihre Bedeutung auf unterschiedlichen Organisationsebenen. Alle Basiskonzepte beinhalten den Aspekt der Wechselwirkungen in verschiedenen Zusammenhängen.

Die aus der Sekundarstufe I bekannten Basiskonzepte „System“, „Struktur und Funktion“ und „Entwicklung“ können als übergreifende Basiskonzepte auch in der gymnasialen Oberstufe Verwendung finden. Das Basiskonzept „System“ bietet sich vor allem bei unterschiedlichen Systemebenen (Organisationsebenen) an, das Basiskonzept „Entwicklung“ als Oberbegriff für Individualentwicklung (Ontogenese) und Stammesentwicklung (Phylogenese).

Basiskonzepte in der Sekundarstufe II

1. Struktur und Funktion

Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis des Baus von Biomolekülen, der Funktion der Enzyme, der Organe und der Ökosysteme.

2. Reproduktion

Lebewesen sind fähig zur Reproduktion; damit verbunden ist die Weitergabe von Erbinformationen. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der identischen Replikation der DNA, der Viren, der Mitose und der geschlechtlichen Fortpflanzung.

3. Kompartimentierung

Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Zellorganellen, der Organe und der Biosphäre.

4. Steuerung und Regelung

Lebende Systeme halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren auf Veränderungen. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Proteinbiosynthese, der hormonellen Regulation und der Populationsentwicklung.

5. Stoff- und Energieumwandlung

Lebewesen sind offene Systeme; sie sind gebunden an Stoff- und Energieumwandlungen. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Fotosynthese, der Ernährung und der Stoffkreisläufe.

6. Information und Kommunikation

Lebewesen nehmen Informationen auf, speichern und verarbeiten sie und kommunizieren. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Verschlüsselung von Information auf der Ebene der Makromoleküle, der Erregungsleitung, des Lernens und des Territorialverhaltens.

7. Variabilität und Anpasstheit

Lebewesen sind bezüglich Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Anpasstheit wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage der Variabilität bei Lebewesen sind Mutation, Rekombination und Modifikation. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Sichelzellenanämie, der ökologischen Nische und der Artbildung.

8. Geschichte und Verwandtschaft

Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse. Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Entstehung des Lebens, homologer Organe und der Herkunft des Menschen.

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Die Lehrplaninhalte der gymnasialen Oberstufe und die Kompetenzbeschreibungen bauen auf den Lehrplänen für die Klassenstufen fünf bis zehn im Fach Naturwissenschaften bzw. Biologie in der Gemeinschaftsschule bzw. fünf bis neun Biologie im Gymnasium auf. Teilweise werden Inhalte der Sekundarstufe I in der gymnasialen Oberstufe im Sinne eines Spiralcurriculums erneut aufgegriffen, hier aber auf einer höheren Niveaustufe behandelt, z. B. indem die Inhalte vertieft und erweitert werden oder auf einer anderen, z. B. molekularen, Systemebene betrachtet werden.

Jedem Themenfeld ist ein kurzer Einleitungstext vorangestellt. Er nimmt Bezug auf Gliederung und Inhalte des Themenfelds und beschreibt die Hauptschwerpunkte. Außerdem weist der Einleitungstext auf die Basiskonzepte hin, die in dem betreffenden Themenfeld schwerpunktmäßig zum Tragen kommen. Die Basiskonzepte verknüpfen die Inhalte über die Jahrgangsstufen hinweg wie ein roter Faden miteinander und fördern auf diese Weise ein übergreifendes Verständnis.

Kompetenzbeschreibungen, die sich auf fachwissenschaftliche Inhalte (linke Spalte) beziehen, sind mit Kompetenzbeschreibungen aus den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (rechte Spalte) verknüpft, so dass der Erwerb von Fachwissen mit dem Erwerb prozessbezogener Kompetenzen verbunden wird. Alle Kompetenzbeschreibungen sind verbindlich.

Die Basisbegriffe geben den Grad der Vertiefung und die Breite der Behandlung eines Themas an. Insofern sind sie als verpflichtend zu verstehen. Hilfestellung für die Art der Bearbeitung einer Aufgabe sowie für die Einstufung des Anforderungsniveaus der Kompetenzerwartungen geben die in den entsprechenden Beschreibungen eingesetzten Operatoren. Diese sind verbindlich. Sie sind im Anhang aufgelistet und umschrieben. Eine eindeutige Zuordnung von Operator und Anforderungsniveau ist allerdings weder beabsichtigt noch möglich.

Die Hinweise, die sich im Anschluss an die Basisbegriffe befinden, sind nicht verbindlich. Es handelt sich vielmehr um Vorschläge für die didaktisch-methodische Vorgehensweise bzw. um Erläuterungen zu Inhalten, die (noch) nicht in der erforderlichen Tiefe in den üblicherweise eingesetzten Schulbüchern dargestellt sind.

Die umfassenden Formulierungen der Hinweise sollen den Lehrkräften eine Hilfe sein, um sowohl den Umfang als auch die Tiefe der Lehrplaninhalte zu verdeutlichen.

Es empfiehlt sich, die Inhalte in der im Lehrplan vorgeschlagenen Reihenfolge zu behandeln, da die Inhalte der Unterrichtseinheiten innerhalb eines Themenfeldes ineinander übergreifen, und so sinnvoll miteinander verknüpft werden können. Im Hinblick auf eventuelle Wiederholungen bzw. Wiederholer sollte eine Verschiebung von Inhalten über die Halbjahre hinweg möglichst vermieden werden.

Evolution als Erklärungsprinzip

Das Verständnis der Evolutionstheorie sollte zur Allgemeinbildung gehören, denn die Evolutionstheorie ist eine der bedeutendsten Theorien der Naturwissenschaften. Sie kann die enorme Vielfalt des Lebens faszinierend überzeugend und dabei einfach erklären.

Ohne Verständnis der Evolution bleibt den Lernenden eine wesentliche theoretische Basis für biologisches Faktenwissen und für das Verständnis komplexer biologischer Zusammenhänge verschlossen. Der Unterricht im Fach Biologie unterstützt Schülerinnen und Schüler dabei, ein tieferes Verständnis von wissenschaftlichen Vorstellungen zu entwickeln. Dies kann dadurch gefördert werden, dass Evolution nicht nur als abgeschlossenes Thema, sondern als durchgehendes Erklärungsprinzip im Biologieunterricht verwendet wird.

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Thematik Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) wird als Querschnittsaufgabe in den Themenfeldern inhaltlich berücksichtigt, ohne in jedem Fall ausdrücklich ausgewiesen zu werden.

Berufliche Orientierung

Zur Konkretisierung des schulischen Auftrages hat das Ministerium für Bildung und Kultur die Richtlinien zur Berufs- und Studienorientierung an allgemeinbildenden Schulen im Saarland in Kraft gesetzt. Berufliche Orientierung nach der Konzeption dieser Richtlinien wird verstanden als ein individueller Prozess der Annäherung und Abstimmung zwischen den eigenen Interessen, Stärken und Wünschen sowie den eigenen Einstellungen und Orientierungen der Schülerinnen und Schüler auf der einen Seite und den Möglichkeiten, Bedarfen und Anforderungen der Arbeits- und Berufswelt auf der anderen Seite.

Auch für die gymnasiale Oberstufe ist die Berufs- und Studienorientierung ein zentraler Auftrag. Eine modular aufgebaute Konzeption greift die berufsorientierenden Inhalte und Maßnahmen in der Sekundarstufe I auf und führt sie im Sinne einer Berufs- und Studienorientierung vertiefend weiter.

Berufliche Orientierung zielt immer auf die Wahl eines Berufes oder einer Tätigkeit ab. Der Weg dorthin muss von den Schülerinnen und Schülern individuell geplant werden. Dafür ist es erforderlich, einerseits die vielfältigen Möglichkeiten wie beispielsweise duale Ausbildung, Studium oder duales Studium zu kennen. Darüber hinaus sollten den Schülerinnen und Schülern Berufsbilder bekannt sein.

Das Fach Biologie kann dazu einen Beitrag leisten, indem fachbezogen Berufsbilder thematisiert werden und die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, sich damit auseinanderzusetzen.

Hilfestellung für vertiefte Maßnahmen der Beruflichen Orientierung gibt das Handbuch „Berufliche Orientierung wirksam begleiten“. Informationen zu Berufen sind auf den Internetseiten der Bundesagentur für Arbeit unter <https://berufenet.arbeitsagentur.de> zu finden.

Medienkompetenz

Das Fach Biologie hat wie alle Fächer auch den Auftrag, Medienkompetenz zu vermitteln. Für den schulischen Bereich gilt, dass das Lehren und Lernen in der digitalen Welt dem Primat des Pädagogischen – also dem Bildungs- und Erziehungsauftrag – folgen muss. Das heißt, dass die Berücksichtigung des digitalen Wandels dem Ziel dient, durch Veränderungen bei der inhaltlichen und formalen Gestaltung von Lernprozessen die Stärkung der Selbstständigkeit zu fördern und individuelle Potenziale im Rahmen einer inklusiven Bildung auch durch Nutzung digitaler Lernumgebungen besser zur Entfaltung zu bringen. Folgende Kompetenzen sind für den Biologieunterricht wichtig:

Kinder und Jugendliche sind in der Lage,

- Medien zu bedienen und diese als Informations- und Kommunikationsinstrumente einzusetzen (z. B. Handy als Messinstrument) sowie Präsentationen zu erstellen, Medieninhalte zu produzieren (z. B. Darstellung von Ergebnissen) und mit Medien zu kommunizieren,
- Wechselwirkungen zwischen virtueller und materieller Realität (z. B. Modellbetrachtungen) zu begreifen sowie Medien im gesellschaftlichen Zusammenhang zu reflektieren (z. B. bei der Bewertung von Sachverhalten),
- mit den eigenen und fremden Daten und mit den Anforderungen des Urheberrechts verantwortungsbewusst umzugehen, wenn es beispielsweise darum geht, Texte, Musik, Vi-

deos oder Fotos aus dem Internet zu verwenden oder zu veröffentlichen (z. B. bei Präsentationen),

- Inhalte von Medien als Konsumentin und Konsument und kritisch zu beurteilen und Medieninhalte auf ihre Seriosität hin zu bewerten (z. B. bei Recherchen),
- digitale Produkte selbstständig zu erstellen und ein grundlegendes Verständnis von digitalen Prozessen zu entwickeln (z. B. Dokumentation von Experimenten),
- bei der Produktion eigener Medieninhalte grundlegende dramaturgische wie ästhetische Gesichtspunkte anzuwenden (z. B. beim Erstellen einer Präsentation).

In den Lehrplänen für das Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe wurden die Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ sowie das saarländische „Landeskonzept Medienbildung an saarländischen Schulen“ fachbezogen berücksichtigt ohne ausdrücklich ausgewiesen zu werden.

Zur Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe

Der Lehrplan für die Einführungsphase gliedert sich in zwei große Themenfelder, die wiederum einzelne Unterrichtseinheiten enthalten.

Das Interesse und die Neugier der Schülerinnen und Schüler sollten zu Beginn durch das Bewusstmachen der enormen Vielfalt der Organismen auf der Erde geweckt werden. Die Zelle als kleinste „Baueinheit“ und gemeinsames Merkmal steht im Vordergrund des ersten Themenfeldes „Zellbiologie und Stoffwechsel“. Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich neben ausgewählten Zellorganellen mit der Biomembran, die man als Voraussetzung für das Entstehen von Leben versteht. Anschließend wird der Stofftransport durch Biomembranen behandelt.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Energie ein zentrales Konzept der Biologie darstellt, das im der GOS insbesondere beim Stofftransport sowie auch bei Stoffwechselreaktionen vertieft betrachtet wird.

Das zweite Themenfeld der Einführungsphase das mit „Vermehrung, Vielfalt und Vererbung“ überschrieben ist, spannt nochmal den Bogen zum Beginn der Einführungsphase. Hier lernen die Schülerinnen und Schüler, inwiefern die geschlechtliche Fortpflanzung die genetische Vielfalt der Individuen innerhalb der Arten bewirkt. Dadurch ist die Einführungsphase einerseits ein großes in sich abgeschlossenes und abgerundetes Kapitel.

Zur Hauptphase der gymnasialen Oberstufe

Die fachbezogenen Kompetenzen der Einführungsphase bilden die Grundlage für den Kompetenzerwerb in der Hauptphase der gymnasialen Oberstufe und werden daher vorausgesetzt, auch wenn eine Wiederholung nicht explizit im Lehrplan ausgewiesen ist. Einige Inhalte der Einführungsphase werden in der Hauptphase der gymnasialen Oberstufe auf erhöhtem Niveau weitergeführt.

Themenfelder der Hauptphase sind Stoffwechsel, Reizphysiologie, Geschichte und Verwandtschaft, Evolution als ökologischer Prozess sowie Genetik. Wiederholungen von einzelnen Inhalten (z. B. „Art“) sind beabsichtigt. Sie sollen dazu beitragen, Inhalte aus unterschiedlichen Sichtweisen bzw. in unterschiedlichen Kontexten zu betrachten. Ein ganzheitliches Verständnis komplexer biologischer Sachverhalte unter Einbeziehung von Querbezügen soll auf diese Weise ermöglicht werden.

Themenfelder der gymnasialen Oberstufe

Themenfelder Einführungsphase		Biologie
Z	Zellbiologie und Stoffwechsel	65 Prozent
Z 1	Lebewesen bestehen aus Zellen und Zellprodukten	
Z 2	Zellen sind durch Biomembranen begrenzt	
Z 3	Durch die Biomembranen hindurch erfolgt Stofftransport	
Z 4	Stoffwechselvorgänge liefern oder benötigen Energie	
V	Vermehrung, Vererbung, Vielfalt	35 Prozent
V1	Zellen vermehren sich durch Teilung	
V2	Geschlechtliche Fortpflanzung führt zu vermehrter genetischer Vielfalt	

Themenfelder 1. Halbjahr der Hauptphase		Biologie GK
S	Stoffwechsel	85 Prozent
S 1	Enzymatik	
S 2	Assimilation	
S 3	Dissimilation	
R	Reizphysiologie I	15 Prozent
R 1	Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen	

Themenfelder 2. Halbjahr der Hauptphase		Biologie GK
R	Reizphysiologie II	60 Prozent
R 2	Erregungsleitung	
R 3	Erregungsübertragung	
R 4	Einflüsse auf die Funktionsweise des Nervensystems	
V	Vielfalt und Verwandtschaft	15 Prozent
V 1	Vielfalt und Verwandtschaft der Lebewesen	
Ö	Evolution als ökologischer Prozess I	25 Prozent
Ö 1	Stoff- und Energieflüsse in Ökosystemen	

Themenfelder 3. Halbjahr der Hauptphase		Biologie GK
Ö	Evolution als ökologischer Prozess II	70 Prozent
Ö 2	Evolution als ökologischer Prozess	
Ö 3	Artbildung	
Ö 4	Exkursion in die Natur	
Ö 5	Dynamik von Ökosystemen	
G	Genetik I	30 Prozent
G 1	Struktur des Erbmaterials	
G 2	Vom Gen zum Merkmal	

Themenfelder 4. Halbjahr der Hauptphase		Biologie GK
G	Genetik II	100 Prozent
G 3	Viren programmieren ihre Wirtszelle um	
G 4	Merkmale und die Vererbung von Genen	
G 5	Variabilität und biologische Fitness	
G 6	Allelhäufigkeit und Artbildung	
G 7	Gezielte Eingriffe in die Gene. Molekularbiologische Methoden und ihre Anwendungen	

Die Kenntnis physiologischer Prozesse ist die Voraussetzung für das Verständnis von Lebensvorgängen. Durch die Betrachtung grundlegender Vorgänge auf zellulärer und molekularer Ebene erweitern und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse über den Stoff- und Energieumsatz in Organismen.

Das vorliegende Themenfeld wird durch die Unterrichtseinheit „Enzymatik“ eingeleitet. Die Lernenden erfahren, dass sämtliche Stoffwechselfvorgänge erst durch das Mitwirken von Enzymen ermöglicht werden. Die Unterrichtseinheit wird durch die Betrachtung der Zerlegung der Nährstoffe und der daran beteiligten Verdauungsenzyme begonnen. Nach Bau und Wirkungsweise der Enzyme wird die Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren thematisiert.

In den sich der Enzymatik anschließenden Unterrichtseinheiten geht es um die Stoffwechselfvorgänge der Assimilation und Dissimilation. Die oxygene Fotosynthese wird dabei ausführlich thematisiert. In diesem Rahmen wird auch die Bedeutung der Coenzyme NAD⁺ (NADP⁺) und ATP (letzteres wiederholend aus der Einführungsphase) für das Stoffwechselfgeschehen herausgestellt. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge bleibt die detaillierte Behandlung der Zellatmung dem Leistungskurs vorbehalten. Exemplarisch für die verschiedenen Gärungsarten lernen die Schülerinnen und Schüler die alkoholische Gärung sowie die Milchsäuregärung kennen.

Das Themenfeld „Stoffwechsel“ zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Schülerexperimenten aus. Dabei dienen die Experimente nicht nur der Erkenntnisgewinnung, sondern auch der Veranschaulichung biologischer Phänomene und damit der Motivation der Schülerinnen und Schüler.

Folgende Basiskonzepte kommen in diesem Themenfeld im Wesentlichen zum Tragen:

- **Kompartimentierung**
Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume.
- **Stoff- und Energieumwandlung**
Lebewesen sind offene Systeme; sie sind gebunden an Stoff- und Energieumwandlungen.
- **Geschichte und Verwandtschaft**
Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.
- **Struktur und Funktion**
Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
S 1	Enzymatik	
	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
S 1.1	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass der Begriff „Stoffwechsel“ die Aufnahme von Stoffen, deren Reaktion zu anderen Stoffen sowie die Abgabe von Abfallstoffen umfasst, 	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen den Verdauungsschritten im menschlichen Organismus die Verdauungsorgane sowie die jeweiligen Enzyme zu,
S 1.2	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Enzyme als Biokatalysatoren (Beschleunigen von Reaktionen, unverändertes Hervorgehen aus der Reaktion) von Stoffwechselreaktionen, 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die enzymkatalysierte Zerlegung der Nährstoffe Kohlenhydrate Proteine und Fette in Symbolschreibweise dar, (1)
S 1.3		<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente durch zum enzymatischen Abbau von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten, (2)
S 1.4	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Enzymen als modellhafte Darstellung (Holoenzym, Apoenzym, Coenzym, aktives Zentrum), 	<ul style="list-style-type: none"> • werten Abbildungen und Texte aus zur Funktionsweise eines Enzyms nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip (Enzym-Substrat-Komplex, katalytischer Zyklus),
S 1.5	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Grundlagen der Benennung von Enzymen, 	
S 1.6	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Substratspezifität und die Wirkungsspezifität von Enzymen, 	<ul style="list-style-type: none"> • führen ein Experiment durch zur Substratspezifität von Enzymen, (3)
S 1.7	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Katalyse durch Enzyme als chemische Reaktion von Substrat und Enzym, die eine niedrigere Aktivierungsenergie hat als die Reaktion des Substrats ohne Enzym, 	<ul style="list-style-type: none"> • zeichnen und erläutern ein gemeinsames Energiediagramm für eine enzymkatalysierte und eine nicht-katalysierte chemische Reaktion,
S 1.8		<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente durch zur Reaktion von Wasserstoffperoxid zu Sauerstoff und Wasser ohne und mit Katalysator. (4)
S 1.9	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben modellhaft die Struktur von Enzymen als Proteine (Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur). (5) 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
S 1.10	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> erklären den Einfluss des pH-Wertes auf die Enzymaktivität (pH-Optimum, Denaturierung), 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment durch zum Einfluss des pH-Werts auf die Enzymaktivität, (6)
S 1.11	<ul style="list-style-type: none"> erklären den Einfluss der Temperatur auf die Enzymaktivität (T-Optimum, RGT-Regel, Denaturierung), 	<ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment durch zum Einfluss der Temperatur auf die Enzymaktivität, (7)
S 1.12	<ul style="list-style-type: none"> geben eine Umschreibung für „Reaktionsgeschwindigkeit“ an, (8) 	<ul style="list-style-type: none"> werten Diagramme aus zur Enzymaktivität biokatalysierter Reaktionen in Abhängigkeit verschiedener Milieubedingungen (pH-Wert, Temperatur).
S 1.13	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die kompetitive Enzymhemmung. 	
S 2	Assimilation	
S 2.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> geben die oxygene Fotosynthese als fotoautotrophe Form der Assimilation an, 	Die Schülerinnen und Schüler
S 2.2	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass in grünen Pflanzen Chloroplasten Fotosynthese betreiben, 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben anhand einer Abbildung den Aufbau eines Laubblattes im Querschnitt,
S 2.3	<ul style="list-style-type: none"> geben die Entstehung der Chloroplasten nach der Endosymbiontentheorie an, 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Feinbau eines Chloroplasten in einer beschrifteten Schemazeichnung dar,
S 2.4	<ul style="list-style-type: none"> geben die Summengleichung der Fotosynthese an, 	
S 2.5	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass die bei der Fotosynthese gebildete Glucose teilweise in Form von Stärke in den Chloroplasten gespeichert wird, 	<ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment durch zum Stärkenachweis in panaschierten Blättern, (9)
S 2.6	<ul style="list-style-type: none"> nennen Chlorophyll a und b, Carotine sowie Xanthophylle als Blattfarbstoffe. 	
S 2.7		<ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment durch zur Extraktion der Blattfarbstoffe und zur Chromatografie des Blattfarbstoffextraktes. (10)

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
S 2.8	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
S 2.9	<ul style="list-style-type: none"> • geben die Fotoreaktion und die Synthesereaktion als Teilreaktionen der Fotosynthese an, (11) 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen das Absorptionsspektrum von Chlorophyll a mit dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese, • ordnen den Teilreaktionen Orte im Chloroplasten zu,
S 2.10	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Funktion der Photosysteme, (12) 	
S 2.11	<ul style="list-style-type: none"> • geben die Summgleichung der Fotolyse des Wassers an, 	
S 2.12	<ul style="list-style-type: none"> • geben die Definitionen für Oxidation und Reduktion an, (13) 	
S 2.13	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Fotoreaktion der Fotosynthese sowie die Elektronentransportkette in der Thylakoidmembran, 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben anhand einer Abbildung die Elektronentransportkette als Abfolge von Abgabe und Aufnahme von Elektronen (Redoxreaktionen) durch Redoxsysteme in der Thylakoid-Membran, (14)
S 2.14		<ul style="list-style-type: none"> • stellen mit Hilfe einer Reaktionsgleichung die Reduktion des Coenzym NADP⁺ am Ende der Elektronentransportkette dar,
S 2.15	<ul style="list-style-type: none"> • geben NADP⁺ (NAD⁺) als oxidierte Form und NADPH (NADH) als reduzierte Form des Coenzym NADP⁺/NADPH (NAD⁺/NADH) an, 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Kopplung von Oxidationen und Reduktionen durch NADP⁺/NADPH (NAD⁺/NADH) anhand eines Pfeildiagramms schematisch dar,
S 2.16	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass bei der Fotoreaktion ein Teil der frei werdenden Energie zur Bildung von ATP genutzt wird, 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten anhand von Reaktionsgleichungen die Hydrolyse von ATP bzw. Phosphorylierung von ADP als Prinzip der Energieübertragung,
S 2.17	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Prinzip der Kopplung von Energie liefernden und Energie nutzenden Vorgängen durch den universellen Energieüberträger ATP über zeitliche und räumliche Distanzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Kopplung von Energie liefernden und Energie nutzenden Reaktionen durch ATP/ADP anhand eines Pfeildiagramms schematisch dar.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
S 2.18	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> benennen den Mechanismus der ATP-Synthese an der Thylakoidmembran als Chemiosmose, 	Die Schülerinnen und Schüler
S 2.19		<ul style="list-style-type: none"> stellen wesentliche Reaktionen im Calvin-Zyklus dar, (15)
S 2.20	<ul style="list-style-type: none"> geben die Stoffbilanz und die Energiebilanz der Fotosynthese an, 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die Zusammenhänge zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion der Fotosynthese schematisch dar,
S 2.21	<ul style="list-style-type: none"> geben die Sauerstoffbildung (in ml pro Zeiteinheit und Blattfläche) als Maß für die Fotosyntheserate an, 	
S 2.22	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der CO₂-Konzentration, 	<ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment durch zur CO₂-Abhängigkeit der Fotosynthese, (16)
S 2.23		<ul style="list-style-type: none"> werten Diagramme aus zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der CO₂-Konzentration,
S 2.24	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtstärke, 	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente durch zur Lichtabhängigkeit der Fotosynthese, (17)
S 2.25	<ul style="list-style-type: none"> geben die Definition des Lichtkompensationspunktes an. 	<ul style="list-style-type: none"> werten Diagramme aus zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtstärke,
S 2.26		<ul style="list-style-type: none"> vergleichen Licht- und Schattenpflanzen anhand von Abbildungen bzgl. Morphologie und Anatomie der Laubblätter.
S 3	Dissimilation	
S 3.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> geben die Zellatmung als bedeutenden Stoffwechselweg der Dissimilation an. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
S 3.2	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> nennen Cytoplasma und Mitochondrium als Orte der Zellatmung, 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> stellen den Feinbau des Mitochondriums anhand einer beschrifteten Schemazeichnung dar,
S 3.3	<ul style="list-style-type: none"> geben die Summgleichung der Zellatmung mit Energieumsatz an, 	
S 3.4	<ul style="list-style-type: none"> geben die grundsätzlichen Unterschiede zwischen der Verbrennung von Zucker und der Zellatmung (biologische Oxidation) an, (18) 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern anhand von Abbildungen und/oder Texten einen Versuch zur Oxidation (Verbrennung) von Zucker, (19)
S 3.5	<ul style="list-style-type: none"> geben als Bedeutung der Zellatmung die Bereitstellung von Energie in Form von ATP an, 	
S 3.6	<ul style="list-style-type: none"> geben die Gärung als anaeroben Stoffwechselweg der Dissimilation an, 	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren Beispiele für Gärungen und geben die jeweiligen Produkte an,
S 3.7	<ul style="list-style-type: none"> geben jeweils die Summgleichung der alkoholischen Gärung sowie der Milchsäuregärung an, (20) 	
S 3.8	<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Nutzen der alkoholischen Gärung sowie der Milchsäuregärung. 	<ul style="list-style-type: none"> führen jeweils ein Experiment durch zur alkoholischen Gärung (Herstellung von Hefeteig) und zur Milchsäuregärung (Herstellung von Joghurt),
S 3.9		<ul style="list-style-type: none"> stellen die Stoffwechselwege der Assimilation und der Dissimilation in einem Schema übersichtlich dar. (21)

Basisbegriffe

S 1 Enzymatik

Kohlenhydrate, Polysaccharide, Disaccharide, Monosaccharide, Stärke, Maltose, Glucose, Protein, Aminosäure, Fett, Glycerol, Fettsäure, Amylase, Maltase, Pepsin, Lipase, Enzym, Biokatalysator, Katalase, Aktivierungsenergie, Holoenzym, Apoenzym, Coenzym, Primärstruktur, Aminosäuresequenz, Sekundärstruktur, α -Helix, β -Faltblatt, Tertiärstruktur, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Substrat, aktives Zentrum, Enzym-Substrat-Komplex, katalytischer Zyklus, Wirkungsspezifität, Substratspezifität, Reaktionsgeschwindigkeit, pH-Optimum, RGT-Regel, Denaturierung, Enzymaktivität, Temperaturoptimum, kompetitive Hemmung

Basisbegriffe

S 2 Assimilation

oxygene Fotosynthese, Cyanobakterien, Endosymbiontentheorie, Chloroplast, Fotosynthese, Assimilation, autotroph, fotoautotroph, Glucose, ADP/ATP, NAD⁺/NADH, NADP⁺/NADPH, Cuticula, Epidermis, Palisadengewebe, Schwammgewebe, Spaltöffnung, Leitbündel, Thylakoid, Stroma, Chloroplasten-DNA, äußere Chloroplastenmembran, innere Chloroplastenmembran, Intermembranraum, Stromathylakoid, Granathylakoid, Grana, Stärkekorn, Lugolsche Lösung, Sättigungskurve, Sättigungspunkt, Fotosyntheserate, Lichtkompensationspunkt, Chlorophyll a, Chlorophyll b, Carotine, Xanthophylle, Chromatografie, Absorptionsspektrum, Wirkungsspektrum, Fotosystem I, Fotosystem II, Reaktionszentren P700 und P680, Lichtsammelfalle/Hilfspigmente, Elektronentransportkette, Elektronentransport, Cytochrom, Wasserstoffionengradient, pH-Gradient, ATP-Synthase, Fotolyse des Wassers, Oxidation, Reduktion, Lichtreaktion, Primärreaktion, Synthesereaktion, Sekundärreaktion, Calvin-Zyklus, CO₂-Fixierung, Reduktionsphase, Regeneration des Akzeptormoleküls, Ribulose-1,5-bisphosphat, RuBisCo, Phosphoglycerinsäure, Phosphoglycerinaldehyd

S 3 Dissimilation

Dissimilation, Zellatmung, Mitochondrien, Matrix, äußere Mitochondrienmembran, innere Mitochondrienmembran, Intermembranraum, mitochondriale DNA, Cristae, Glucose, aerob, anaerob, Gärung, alkoholische Gärung, Ethanal, Ethanol, Milchsäuregärung, Milchsäure, Lactat

Hinweise

S 1 Enzymatik

- (1) Die Nährstoffe sollen hier nicht als Strukturformeln dargestellt werden. Eine symbolische Darstellung, die den Aufbau aus den Einzelbausteinen widerspiegelt, ist zum Verständnis des enzymatischen Abbaus der Nährstoffe ausreichend.
- (2) enzymatischer Abbau von ...
 - Kohlenhydraten: Abbau einer Stärkelösung durch Speichel/Amylase. Nachweis der Stärke durch Lugolsche Lösung.
 - Proteinen: Abbau von Gelatine (Gummibärchen) durch Bromelain (Enzym aus der Ananas).
 - Fetten: Abbau von Milchfett durch Lipase; Nachweis der Fettsäuren durch Entfärbung von Phenolphthalein.
- (3) enzymatische Spaltung des Substrates Harnstoff durch Urease (gewonnen aus Sojabohnen); Thioharnstoff als nicht umsetzbares Substratanalogon.
- (4) Spaltung von Wasserstoffperoxid durch anorganische Katalysatoren (z. B. Kaliumiodid KI oder Braunstein MnO₂) und organische Katalysatoren (Enzym Katalase aus Hefe, Kartoffeln und/oder Leber)

Hinweise

- (5) Primärstruktur: Aminosäure-Sequenz
 Sekundärstruktur: α -Helix- und β -Faltblatt-Struktur
 Tertiärstruktur: räumliche Struktur des Proteins durch Ausbildung von intramolekularen Bindungen und Wechselwirkungen
- (6) Hier bietet es sich an, das Experiment aus S 1.8 aufzugreifen und den Versuch ‚Katalase + Wasserstoffperoxid‘ ohne Zusatz von Säure oder Lauge, in Anwesenheit von Salzsäure und in Anwesenheit von Natronlauge durchzuführen.
- (7) Die Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität kann gezeigt werden, indem man den Versuch ‚Katalase + Wasserstoffperoxid‘
- bei Raumtemperatur,
 - nach Erhitzen der Katalase,
 - nach Kühlen von Katalase und von Wasserstoffperoxid in Eiswasser durchführt.
- (8) Reaktionsgeschwindigkeit kann hier als Menge des umgesetzten Substrats bzw. Menge des gebildeten Produkts pro Zeiteinheit und als Synonym für den Begriff „Enzymaktivität“ umschrieben werden.

S 2 Assimilation

- (9) Blätter einige Tage belichten; Stärkenachweis mit Lugolscher Lösung.
- (10) Zur Chromatografie sind Basilikumblätter und Spinatblätter besonders geeignet.
- (11) Die in manchen Lehrbüchern noch verwendeten Begriffe „Lichtreaktion“ und „Dunkelreaktion“ bzw. „lichtabhängige Reaktion“ und „lichtunabhängige Reaktion“ sind als Bezeichnungen für die Teilreaktionen der Fotosynthese nicht zutreffend, da der Calvinzyklus weder in Dunkelheit abläuft, noch vom Licht unabhängig ist. Zum einen kann der Calvin-Zyklus nur ablaufen, wenn die Produkte der lichtabhängigen Reaktion zur Verfügung stehen, zum anderen sind die Enzyme des Calvin-Zyklus nur bei Licht aktiv. Daher erscheinen die Begriffe „Fotoreaktion“ und „Synthesereaktion“ als Teilreaktionen der „Foto-Synthese“ für die Schülerinnen und Schülererhellend und lernförderlich.
- (12) Funktion der Fotosysteme: Absorption von Licht durch Chlorophyll-Moleküle, Weiterleitung der Energie, Anregung der Elektronen in Chlorophyll-Molekülen und Abgabe der Elektronen an andere Redoxsysteme.
- (13) Oxidation: Aufnahme von [O], Abgabe von [H], Abgabe von Elektronen
 Reduktion: Abgabe von [O], Aufnahme von [H], Aufnahme von Elektronen

Hinweise

- (14) Zum besseren Verständnis der Elektronentransportkette bietet es sich an, den Schülerinnen und Schülern den Begriff „Redoxpotenzial“ mit Hilfe des Begriffs „Elektronenaffinität“ (Bestreben, Elektronen aufzunehmen) nahe zu bringen.
- Demnach ist die Elektronenaffinität umso größer, je geringer das Redoxpotenzial ist. Der primäre Elektronenakzeptor (das dem Fotosystem benachbarte Redoxsystem) hat nach dem angeregten Chl_a -Molekül des Reaktionszentrums das größte Redoxpotenzial, gibt also am leichtesten Elektronen ab, während das letzte Redoxsystem der Elektronentransportkette das geringste Redoxpotenzial, also die höchste Elektronenaffinität besitzt und damit am leichtesten Elektronen aufnimmt.
- (15) Der Calvin-Zyklus soll durch folgende Reaktionsschritte (ohne Strukturformeln) beschrieben werden:
- Carboxylierung von Ribulose-1,5-bisphosphat zu zwei Phosphoglycerinsäure
 - Reduktion zu Phosphoglycerinaldehyd unter Verbrauch von NADPH und ATP
 - Regeneration von Ribulose-1,5-bisphosphat sowie Synthese von Glucose
- (16) Besonders geeignet ist die Pflanze *Elodea canadensis* (Wasserpest).
- (17) Die Lichtabhängigkeit der Fotosynthese kann durch Stärkenachweis in teilweise belichteten Blättern (z. B. Geranie) sowie durch Nachweis der Sauerstoffbildung bei belichtetem/unbelichtetem Versuchsansatz (z. B. Wasserpest) gezeigt werden.

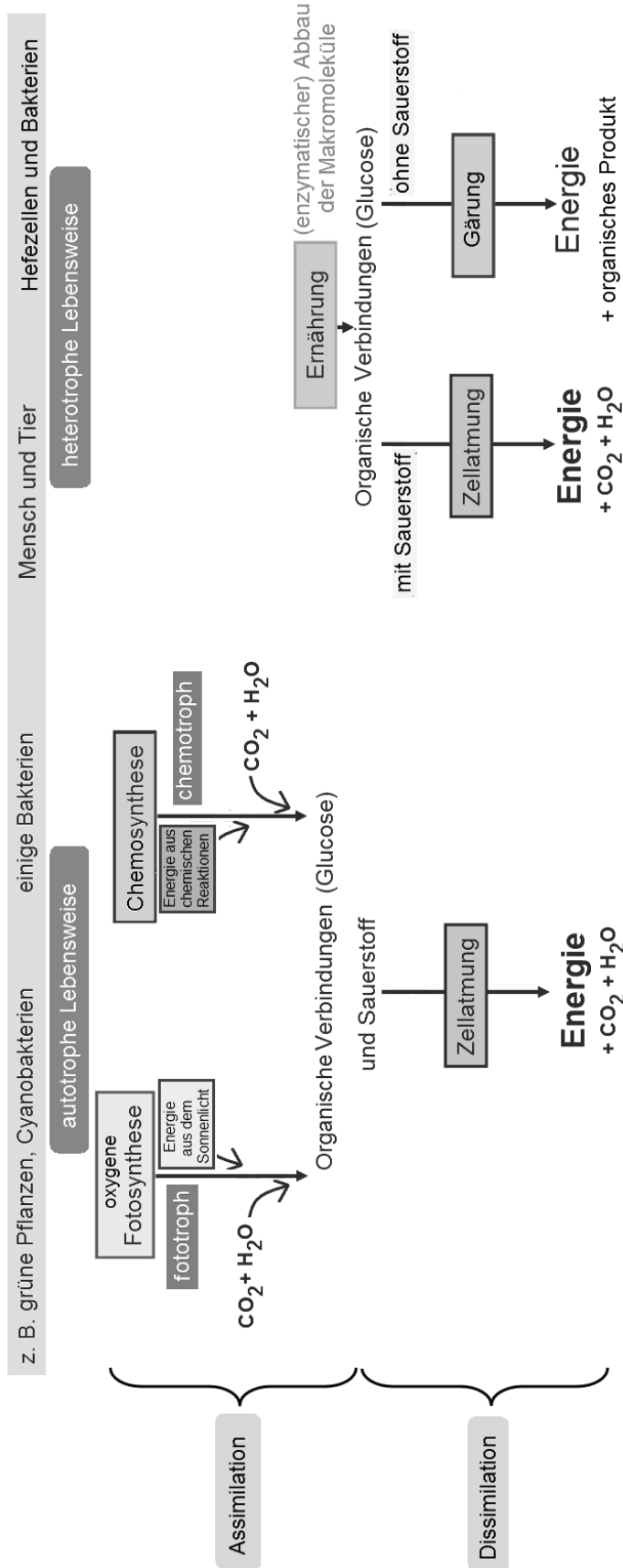
S 3 Dissimilation

- (18) Bei der Zellatmung wird der Sauerstoff nicht wie bei der Verbrennung an den Kohlenstoff (Bildung von Kohlenstoffdioxid), sondern an Wasserstoff gebunden (Bildung von Wasser). Der freigesetzte Energiebetrag bei Zellatmung und Verbrennung ist zwar der gleiche, jedoch entsteht bei der Zellatmung ATP, während bei der Verbrennung die Energie in Form von Wärme und Licht freigesetzt wird.
- (19) Erst in Anwesenheit von Holzasche als Katalysator lässt sich Zucker entzünden.
- (20) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$
 Glucose \rightarrow 2 Ethanol + 2 Kohlenstoffdioxid
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
 Glucose \rightarrow 2 Milchsäure

Hinweise

(21)

Stoffwechselfvorgänge im Überblick



Alle Lebewesen reagieren auf Reize. Dies ist der zentrale Gedanke in der ersten Unterrichtseinheit des Themenfeldes „Reizphysiologie“. Mit ihm sind die Schülerinnen und Schüler bereits seit der Klassenstufe fünf vertraut.

Diese die Systemebene des Organismus betreffende Tatsache wird zunächst auf der Systemebene der Zelle und schließlich bis auf der Molekülebene betrachtet: Alle lebenden Zellen besitzen ein Membranpotenzial, das im nicht erregten Zustand als Ruhepotenzial bezeichnet wird. Die Schülerinnen und Schüler erläutern das Zustandekommen des Ruhepotenzials und lernen im Anschluss daran einen Reiz als physikalische Größe kennen, die das Ruhepotenzial verändert und dadurch eine Erregung der Zellmembran auslöst. Sie geben an, dass Sinneszellen auf Reizempfang und Erregungsproduktion spezialisiert sind und betrachten zum Abschluss der ersten Unterrichtseinheit Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen.

Ausgehend von der allgemeinen Fähigkeit der Zelle zur Erregungsproduktion und Erregungsleitung haben sich im Laufe der Evolution bei tierischen Vielzellern Spezialisierungen auf zellulärer Ebene herausgebildet: Sinneszellen (Sensoren), die auf Reizempfang und Erregungsproduktion spezialisiert sind, Nervenzellen, die auf Erregungsverarbeitung, Erregungsleitung sowie Erregungsübertragung spezialisiert sind, und Muskelzellen, die darauf spezialisiert sind, bei Erregung zu kontrahieren. Diese Zusammenhänge liegen den folgenden Unterrichtseinheiten zugrunde.

In der zweiten Unterrichtseinheit liegt der Schwerpunkt auf den Nervenzellen und zunächst auf ihrer Spezialisierung auf Erregungsleitung. Nachdem die Schülerinnen und Schüler den Bau von marklosen sowie markhaltigen Nervenzellen und die Funktionen der Bestandteile kennengelernt haben, erklären sie die Entstehung und den Verlauf des Aktionspotenzials. Durch den Vergleich der Erregungsleitung an markhaltigen und marklosen Axonen arbeiten die Schülerinnen und Schüler die Vorteile der saltatorischen Erregungsleitung im Vergleich zur kontinuierlichen Erregungsleitung heraus und geben an, dass eine schnelle Erregungsleitung wichtig ist für eine schnelle Reaktionsfähigkeit.

In der dritten Unterrichtseinheit lernen die Schülerinnen und Schüler die chemische Erregungsübertragung an Synapsen sowie die Folgen von Synapsengiften kennen. Darauf aufbauend erarbeiten sie die verschiedenen Arten der Codierung der Reizstärke an Dendriten, Zellkörper, Axon und Synapse. Ihr bisher erworbenes Wissen können die Schülerinnen und Schüler nun auf Reiz-Reaktions-Ketten anwenden, deren Betrachtung diese Unterrichtseinheit abschließt.

Die letzte Unterrichtseinheit bezieht sich auf Einflüsse auf die Funktionsweise des Nervensystems. Nach einer Wiederholung der aus der Klassenstufe neun größtenteils bekannten Bestandteile des Nervensystems (zentrales, peripheres, somatisches, vegetatives Nervensystem) sowie der jeweiligen Funktionen werden Multiple Sklerose, Alzheimer-Demenz und Parkinson als Beispiele für Erkrankungen des Nervensystems betrachtet. Im Anschluss daran steht die Entstehung von Süchten im Mittelpunkt. Dabei werden die Mechanismen, die zur Sucht führen, bis auf der Molekülebene erklärt: Die Schülerinnen und Schüler vollziehen die erhöhte Transmitterfreisetzung durch Suchtstoffe nach und geben an, dass sich bei nachlassender Wirkung ein Verlangen entwickelt, das eine Sucht auslösen kann. In einer anschließenden Diskussion soll der Schwerpunkt des Unterrichts sowohl auf den Gefahren des Konsums von Suchtstoffen als auch auf Maßnahmen zur Prävention von Suchterkrankungen liegen.

Folgende Basiskonzepte kommen in diesem Themenfeld im Wesentlichen zum Tragen:

- Information und Kommunikation
Lebewesen nehmen Informationen auf, speichern und verarbeiten sie und kommunizieren.

- Steuerung und Regelung
Lebende Systeme halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren auf Veränderungen.
- Struktur und Funktion
Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion.
- Kompartimentierung
Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
R 1	Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen	
	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
R 1.1	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass alle lebenden Zellen gegenüber der Umgebung ein negatives Membranpotenzial aufrechterhalten, 	
R 1.2	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben eine Versuchsanordnung zur Messung des Membranpotenzials, 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen eine Versuchsanordnung zur Messung des Membranpotenzials mit Hilfe einer beschrifteten Skizze dar,
R 1.3	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die unterschiedlichen Konzentrationen von Ionen innerhalb und außerhalb der Zelle, (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur selektiven Permeabilität der Zellmembran (Na^+, Cl^- bzw. K^+-Ionenkanäle und Ionenströme),
R 1.4	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass das Membranpotenzial im nicht erregten Zustand als Ruhepotenzial bezeichnet wird, 	
R 1.5	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zustandekommen des Ruhepotenzials durch das Gleichgewicht aus osmotischen Ionenströmen entlang bestehender Konzentrationsgradienten und entgegengesetzt wirkendem elektrischem Gradienten, (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zum Konstanthalten des Ruhepotenzials trotz Na^+-Leckeingstrom (Na^+-K^+-Pumpe).
R 1.6	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben einen Reiz als physikalische Größe, die das Ruhepotenzial verändert und dadurch eine Erregung der Zellmembran auslöst. (3) 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
R 1.7	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> erklären, dass sich durch einen Reiz Ionenkanäle öffnen bzw. schließen und sich dadurch die Permeabilität der Zellmembran ändert, (4) 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Änderung der Membranpermeabilität und der dadurch bedingten Änderung des Membranpotenzials, (5)
R 1.8	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass Sinneszellen (Sensoren, früher Rezeptoren genannt) auf Reizempfang und Erregungsproduktion spezialisiert sind, (6) 	<ul style="list-style-type: none"> ordnen Sinneszellen/Sensoren/ Rezeptoren verschiedener Sinnesorgane ihren jeweiligen adäquaten Reiz zu, (7)
R 1.9		<ul style="list-style-type: none"> recherchieren und nennen verschiedene Reizarten,
R 1.10	<ul style="list-style-type: none"> nennen Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen. 	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren und erläutern Beispiele für Reizbarkeit selbst bei Bakterien und einzelligen Eukaryoten sowie Pflanzen. (8)
R 2	Erregungsleitung	
R 2.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> geben an, dass Nervenzellen auf Erregungsleitung über größere Entfernungen, Erregungsverarbeitung und Erregungsübertragung spezialisiert sind, 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> stellen den Grundbauplan der tierischen Zelle und den Bau der Nervenzelle mit Hilfe einer beschrifteten Skizze dar,
R 2.2	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Bau von marklosen/nicht myelinisierten sowie markhaltigen/myelinisierten Nervenzellen und geben die Funktionen der Bestandteile an, 	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen den Grundbauplan der tierischen Zelle mit dem Bau der Nervenzelle,
R 2.3	<ul style="list-style-type: none"> erklären, dass Aktionspotenziale aufgrund vorliegender spannungsgesteuerter Ionenkanäle nur an Axonen auftreten, 	
R 2.4	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Entstehung und den Verlauf des Aktionspotenzials, 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Verlauf des Aktionspotenzials mit Hilfe einer beschrifteten Skizze dar.
R 2.5	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Alles-oder-Nichts-Prinzip. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
R 2.6	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Erregungsleitung an Axonen durch fortgesetzte Auslösung neuer Aktionspotenziale an benachbarten Membranbereichen, (9) 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Erregungsleitung an marklosen/nicht myelinisierten Axonen (kontinuierliche Erregungsleitung),
R 2.7	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass die Erregungsleitung bei markhaltigen/myelinisierten Axonen schneller ist, da die Aktionspotenziale nur an den Schnürringen ausgelöst werden, 	<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Erregungsleitung an markhaltigen/myelinisierten Axonen (saltatorische Erregungsleitung),
R 2.8		<ul style="list-style-type: none"> vergleichen die kontinuierliche mit der saltatorischen Erregungsleitung bezüglich Leitungsgeschwindigkeit, Energiebedarf und Materialverbrauch,
R 2.9	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass eine schnelle Erregungsleitung wichtig ist für eine schnelle Reaktionsfähigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Vorteile der saltatorischen Erregungsleitung in Bezug auf Energie- und Materialverbrauch.
R 3	Erregungsübertragung	
R 3.1	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> geben an, dass die Erregungsübertragung von Zelle zu Zelle über Synapsen verläuft, 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p>
R 3.2	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Bau einer Synapse, 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Bau einer Synapse mit Hilfe einer beschrifteten Skizze dar,
R 3.3	<ul style="list-style-type: none"> benennen die Art der Erregungsübertragung an der Synapse als chemische Erregungsübertragung, 	
R 3.4	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Vorgänge bei der Erregungsübertragung, 	<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Funktionsweise einer Synapse,
R 3.5	<ul style="list-style-type: none"> erklären anhand zweier Beispiele die Folgen von Synapsengiften. 	<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Wirkung der gewählten Synapsengifte auf die Funktionsweise der Synapse.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
R 3.6	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erklären verschiedene Arten der Codierung der Reizstärke, (10) 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Codierung der Reizstärke an Dendriten, Zellkörper, Axon und Synapse, (11)
R 3.7	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben eine exemplarische Reiz-Reaktions-Kette vom Empfang des Reizes bis zur Reaktion auf diesen Reiz, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern weitere Beispiele für Reiz-Reaktions-Ketten,
R 3.8	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Vorgänge beim Ablauf einer Reiz-Reaktions-Kette. (12) 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Reiz-Reaktions-Ketten anhand eines Pfeildiagramms schematisch dar.
R 4	Einflüsse auf die Funktionsweise des Nervensystems	
R 4.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • nennen die Bestandteile des Nervensystems und geben die jeweiligen Funktionen an, (13) 	Die Schülerinnen und Schüler
R 4.2	<ul style="list-style-type: none"> • nennen Multiple Sklerose, Alzheimer-Demenz und Parkinson als Beispiele für Erkrankungen des Nervensystems, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern die Ursachen und die Krankheitsbilder von Multipler Sklerose, Alzheimer-Demenz und Parkinson,
R 4.3	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass das Belohnungssystem ein Bereich des Gehirns ist, in dem Gefühle wie z. B. Glück und Freude entstehen, 	
R 4.4	<ul style="list-style-type: none"> • benennen Nikotin, Alkohol und Tetrahydrocannabinol (THC) als Suchtstoffe, 	
R 4.5	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass Suchtstoffe zu einer erhöhten Freisetzung von Dopamin führen können und dass sich bei nachlassender Wirkung ein Verlangen entwickelt, das eine Sucht auslösen kann, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und benennen Dopamin als Transmitter der Synapsen des Belohnungssystems,
R 4.6	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen stoffgebundenen und stoffungebundenen Süchten und erläutern beide. 	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren Gefahren des Konsums von Suchtstoffen.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
R 4.7		Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • diskutieren Maßnahmen zur Suchtprävention. (14)

Basisbegriffe

R 1 Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen

Spannungsmessgerät, Messelektrode, Bezugselektrode, Membranpotenzial, Ruhepotenzial, Zellmembran, selektive Membranpermeabilität, Na⁺-Ionen, K⁺-Ionen, Cl⁻-Ionen, A⁻-Ionen, Na⁺-Ionenkanal, K⁺-Ionenkanal, Cl⁻-Ionenkanal, Konzentrationsgradient, osmotischer Ionenstrom, elektrischer Gradient, Na⁺-Ionenstrom, K⁺-Ionenstrom, Cl⁻-Ionenstrom, Spannung, Gleichgewichtspotenzial, Na⁺-Leckestrom, passiver Transport, Na⁺-K⁺-Pumpe, aktiver Transport, ATP, Reiz, Erregung, Sinneszelle/Sensor/Rezeptor, Sinnesorgan, Reizempfang, Erregungsproduktion, adäquat, Reizart, Reizbarkeit

R 2 Erregungsleitung

Nervenzelle (Neuron), Dendrit, Zellkörper (Soma), Zellkern, Axonhügel, Axon (Neurit), Schwannsche Zelle, Myelinscheide, Ranvierscher Schnürring, Endknöpfchen, Synapse, Ruhepotenzial, Na⁺-Ionenkanal, K⁺-Ionenkanal, Cl⁻-Ionenkanal, Aktionspotenzial, selektive Membranpermeabilität, K⁺-Ionen, Na⁺-Ionen, Cl⁻-Ionen, A⁻-Ionen, spannungsgesteuerter Na⁺-Ionenkanal, spannungsgesteuerter K⁺-Ionenkanal, Na⁺-Einstrom, Depolarisation, Schwellenwert, positive Rückkopplung, Spitzenwert, Amplitude, Spannungsumkehr, Alles-oder-Nichts-Prinzip, K⁺-Ausstrom, Repolarisation, Hyperpolarisation, passiver Transport, Na⁺-K⁺-Pumpe, aktiver Transport, Refraktärzeit, markhaltiges/myelinisiertes Axon, markloses/nicht myelinisiertes Axon, kontinuierliche Erregungsleitung, saltatorische Erregungsleitung

R 3 Erregungsübertragung

Nervenzelle (Neuron), Dendrit, Zellkörper (Soma), Zellkern, Axonhügel, Axon (Neurit), Schwannsche Zelle, Myelinscheide, Ranvierscher Schnürring, Synapse, präsynaptische Zelle, präsynaptische Membran, postsynaptische Zelle, postsynaptische Membran, Aktionspotenzial, spannungsgesteuerter Ca²⁺-Ionenkanal, Ca²⁺-Einstrom, Acetylcholin, Neurotransmitter, Vesikel, Endknöpfchen, synaptischer Spalt, spezifischer Rezeptor, Schlüssel-Schloss-Prinzip, transmittergesteuerter Na⁺-Ionenkanal, selektive Membranpermeabilität, Na⁺-Einstrom, Depolarisation, postsynaptisches Potenzial, Acetylcholinesterase, Spaltung von Acetylcholin, Resynthese von Acetylcholin, chemische Erregungsübertragung, Synapsengift, Reizstärkencodierung, Amplituden-Codierung, Frequenz-Codierung, chemische Codierung, Reiz-Reaktions-Kette, Sinneszelle/Sensor/Rezeptor, Sinnesorgan, Reizempfang, Erregung, Erregungsproduktion, Erregungsleitung, Erregungsverarbeitung, sensorischer/afferenter Nerv, Gehirn, Rückenmark, motorischer/efferenter Nerv, Zielorgan/Effektor, Reaktion

R 4 Einflüsse auf die Funktionsweise des Nervensystems

Erregungsleitung, Erregungsverarbeitung, Erregungsübertragung, Zentrales Nervensystem, Gehirn, Rückenmark, Reflexzentrum, Reflex, peripheres Nervensystem, somatisches Nervensystem, sensorischer/afferenter Nerv, motorischer/efferenter Nerv, willkürlich

Basisbegriffe

vegetatives Nervensystem, Sympathikus, Parasympathikus, antagonistische Arbeitsweise, unwillkürlich, Belohnungssystem, Dopamin, Transmitter, Synapse, Suchtstoff, Nikotin, Alkohol, Tetrahydrocannabinol (THC), stoffgebundene Süchte, stoffungebundene Süchte, Suchtprävention

Hinweise**R 1 Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebendigen**

- (1) innen: $c(\text{K}^+)$ hoch, $c(\text{Na}^+)$ niedrig, $c(\text{Cl}^-)$ niedrig, $c(\text{A}^-)$ hoch
außen: $c(\text{K}^+)$ niedrig, $c(\text{Na}^+)$ hoch, $c(\text{Cl}^-)$ hoch, $c(\text{A}^-) \cong 0 \text{ mmol/l}$
- (2) Empfohlen wird die Durchführung eines Modellexperiments zum Zustandekommen des Gleichgewichtspotenzials.
- (3) Die Reaktion der Zelle auf Reize besteht darin, Erregung zu produzieren. Dabei geht das Membranpotenzial vom Ruhepotenzial in das Erregungspotenzial über. Man bezeichnet jede durch einen Reiz ausgelöste Veränderung des Ruhepotenzials als Erregungspotenzial.
- (4) Das Öffnen oder Schließen der Ionenkanäle kann durch mechanische Einwirkung (z. B. Haarsinneszelle) oder chemische Einwirkung durch Konformationsänderung der Kanalproteine (z. B. Geschmackssinneszelle) erfolgen.
- (5) Durch das Öffnen bzw. Schließen von Ionenkanälen ändern sich die Permeabilität der Zellmembran und infolgedessen auch das Membranpotenzial. Öffnen sich beispielsweise Na^+ -Ionenkanäle, so wird das Zellinnere positiver im Vergleich zum Außenmedium. Öffnen sich hingegen K^+ -Ionenkanäle, wird das Zellinnere negativer im Vergleich zum Außenmedium. Die Änderung des Membranpotenzials ist umso stärker, je mehr Ionenkanäle sich öffnen bzw. schließen.
- (6) Der heutige wissenschaftlich korrekte Begriff für Sinneszellen lautet: „Sensoren“. Früher wurden sie „Rezeptoren“ genannt. Der Begriff „Sensor“ wird bei der Betrachtung der zellulären Ebene verwendet, der Begriff „Rezeptor“ hingegen bei Betrachtung der Molekülebene (z. B. spezifische Rezeptoren der Ionenkanäle der postsynaptischen Zelle).
- (7) Wiederholung. Lehrplan Gymnasium bzw. Gemeinschaftsschule Biologie Klassenstufe neun
- (8) Beispiele für Reaktionen auf Reize:
 - Cyanobakterien: Fortbewegung zur Lichtquelle
 - Euglena: Fortbewegung zur Lichtquelle
 - Mimose: Blattbewegungen bei Berührungsreiz
 - Venusfliegenfalle: Zuklappen der Blattspreite bei Berührungsreiz

Hinweise

R 2 Erregungsleitung

- (9) Für das Verständnis der Erregungsleitung sind folgende Prozesse wesentlich:
- Die Erregungsleitung besteht darin, dass ein Aktionspotenzial an benachbarten Membranbereichen ein nachfolgendes (neues) Aktionspotenzial mit der gleichen Amplitude auslöst.
- Dadurch wird die Erregungsleitung über weite Strecken ohne Intensitätsverlust gewährleistet. Sie schwächt sich nicht mit der Entfernung ab, da das Axon nicht ein und dasselbe Potenzial weiterleitet, sondern immer neue Aktionspotenziale mit gleicher Amplitude in der Membrannachbarschaft generiert. Die Intensität der Reizstärke ist dabei in der Frequenz der Aktionspotenziale codiert.

R 3 Erregungsübertragung

- (10) Statt von Codierung der Reizstärke spricht man auch von Codierung der Erregungsstärke, da der Reiz mit der Auslösung der Erregung aufhört zu bestehen.
- (11) Arten der Codierung der Reizstärke:
- Amplituden-Codierung: Dendriten und Zellkörper
 - Frequenz-Codierung: Axon
 - Chemische Codierung: Synapse
- (12) Vorgänge beim Ablauf einer Reiz-Reaktions-Kette:
- Sinneszellen/Sensoren/Rezeptoren in den Sinnesorganen empfangen Reize aus der Umwelt und produzieren Erregungen. Über sensorische/afferente Nerven werden diese zu Gehirn oder Rückenmark geleitet, wo sie verarbeitet werden. Dort entstehen erneut Erregungen. Sie werden über motorische/efferente Nerven zum Zielorgan/Effektor (z. B. Muskel) geleitet, der wiederum reagiert.

R 4 Einflüsse auf die Funktionsweise des Nervensystems

- (13) z. T. Wiederholung. Lehrplan Gymnasium bzw. Gemeinschaftsschule Biologie Klassenstufe neun
- Bestandteile des Nervensystems:
- zentrales Nervensystem: Gehirn und Rückenmark
 - peripheres Nervensystem: somatisches Nervensystem (sensorische/afferente Nerven sowie motorische/efferente Nerven) und vegetatives Nervensystem (Sympathikus und Parasympathikus)
- Funktionen der Bestandteile des Nervensystems:
- Gehirn
- Steuerung lebensnotwendiger Prozesse (wie z. B. Blutdruck, Puls, Atmung) und Reflexe (wie z. B. Niesen, Schlucken)
 - Koordination von Bewegungsabläufen

Hinweise

- Zentrum für bewusste Handlungen, Gedächtnis, Gefühle, Lernen und Denken; Wahrnehmung der Umwelt durch Verarbeitung der Erregungen der Sinnesorgane; entscheidend für die Wahrnehmung der Umwelt ist die Gehirnregion, in der die Erregungen über die Nervenbahnen von den Sinnesorganen eintreffen

Rückenmark

- Weiterleitung von Erregung von Sinnesorganen zum Gehirn bzw. zwischen Gehirn und Organen (z. B. Muskeln),
- Reflexzentrum

Somatisches Nervensystem

- Beteiligung an der bewussten Wahrnehmung der Umwelt und der willkürlichen Steuerung der Muskulatur

Vegetatives Nervensystem

- Sympathikus: bewirkt eine erhöhte Leistungsfähigkeit des Organismus, z. B. Erhöhung der Herzschlagfrequenz
- Parasympathikus: bewirkt Ruhe und Erholung des Organismus, z. B. Verringerung der Herzschlagfrequenz
- antagonistische Arbeitsweise, dadurch situativ angepasste Organtätigkeit möglich
- unwillkürlich, beeinflussbar z. B. durch autogenes Training

(14) Rechtliche Bestimmungen

- Erlass über die Suchtprävention und die Vorgehensweise bei Suchtmittelmissbrauch an Schulen
- Richtlinien zur Suchtprävention an den Schulen des Saarlandes (<https://www.saarland.de/147365.htm>)

Das Leben auf der Erde ist ein einziges Mal entstanden und hat sich im Laufe der Jahrmilliarden in vielfältige Formen differenziert. Daraus ergibt sich die Tatsache der Verwandtschaft aller Lebewesen. Im Themenfeld „Vielfalt und Verwandtschaft“ soll dieser Aspekt betrachtet werden.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Verwandtschaft durch Zuordnung von Lebewesen in bestimmte Taxa sichtbar wird und dass diese Verwandtschaft in der stammesgeschichtlichen Entwicklung entstanden ist. Durch die Einordnung des Menschen als Menschenaffe und die Betrachtung verschiedener, z. T. nebeneinander existierender Menschenarten, wird klar, dass dem Menschen Homo sapiens keine Sonderstellung in der Evolution zukommt.

Die unterschiedliche Bedeutung von Homologie und Konvergenz zur Klärung stammesgeschichtlicher Verwandtschaft werden erörtert.

Folgende Basiskonzepte kommen in diesem Themenfeld im Wesentlichen zur Tragen:

- **Geschichte und Verwandtschaft**
Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.
- **Entwicklung**
Lebendige Systeme verändern sich in der Zeit. Sie sind also durch Entwicklung gekennzeichnet. Es werden die Individualentwicklung und die evolutionäre Entwicklung unterschieden.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
V 1	Vielfalt und Verwandtschaft der Lebewesen	
	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
V 1.1	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Vielfalt der Lebewesen, 	
V 1.2	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass Gruppen von Lebewesen aufgrund von Abstammung in einem Ordnungssystem stammesgeschichtlicher Verwandtschaft zusammengefasst werden, 	
V 1.3	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Verwandtschaftsgruppen (Taxa) verschiedener Rangordnung (Art, Gattung, Familie, Klasse, Stamm, Reich, Domäne), 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden diese systematische Einteilung auf die Gruppe der Wirbeltiere an,
V 1.4	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die systematische Einordnung des Menschen in die Gruppe der Menschenaffen, 	
V 1.5	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern, dass Menschen mehrerer Arten nebeneinander existiert haben. 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und beschreiben verschiedene Menschenarten.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
V 1.6	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
V 1.7	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass man unter dem Begriff „Homologie“ die Abstammung einer Struktur von einer gemeinsamen Stammform versteht, 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen Aussagen zur „Sonderstellung“ des Menschen, (1) wenden den Begriff „Homologie“ auf Beispiele an, (2)
V 1.8	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass homologe Strukturen unähnlich, d. h. divergent entwickelt sein können, (3) 	
V 1.9	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass man unter dem Begriff „Konvergenz“ die Ähnlichkeit von Strukturen aufgrund gleicher Funktion versteht, (4) 	<ul style="list-style-type: none"> wenden den Begriff „Konvergenz“ auf Beispiele an, (5)
V 1.10	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass nur mit homologen Merkmalen stammesgeschichtliche Verwandtschaft und damit das Aufstellen systematischer Gruppen und das Erstellen von Stammbäumen begründet werden kann. (6) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren Kriterien zur Prüfung auf Homologie und die Schwierigkeit, Ähnlichkeiten als homologe Entwicklung oder als Konvergenz zu bewerten. (7)

Basisbegriffe

V 1 Vielfalt und Verwandtschaft der Lebewesen

Taxa, Art, Gattung, Familie, Klasse, Stamm, Reich, Domäne, Stammesgeschichte, Homologie, Divergenz, Konvergenz, Stammbaum

Hinweise

V 1 Vielfalt und Verwandtschaft der Lebewesen

- (1) Der Mensch hat artspezifische Eigenschaften, die seine Eigenart ausmachen. Die artspezifischen Eigenschaften unterscheiden die Art Mensch von anderen Arten, wie z. B. die Tatsache, dass er sein Handeln verantworten kann, er ethische Maßstäbe hat, auch stärker in die Umwelt eingreift als alle anderen Lebewesen. Der Begriff „Eigenart“ unterscheidet sich von dem der „Sonderstellung“ dahingehend, dass er den Menschen nicht von den anderen Lebewesen trennt, sondern nur vergleicht. Jedes Lebewesen hat seine durch Evolution gewordene Eigenart.
- (2) z .B. die Gliedmaßen der Wirbeltiere
- (3) z .B. Flossen beim Wal – Arme beim Menschen

Hinweise

- (4) Analogie wird in der Wissenschaft nicht als Gegensatz zu Homologie verwendet. Deshalb wird hier der Begriff „Konvergenz“ benutzt. Der Gegensatz zu „homolog“ ist „nicht-homolog“.
- (5) z. B. der Körperbau schnellschwimmender Wassertiere oder die Wuchsform von Stammsukkulenten.
Konvergenz und Divergenz gehören zusammen. Die konvergente Form von Pinguinen und Walen bedeutet gleichzeitig eine Divergenz zu den übrigen Vögeln bzw. Paarhufern.
- (6) Es ist zu klären, dass zwar nur homologe Merkmale Verwandtschaft angeben, aber auch die Tatsache, dass konvergente Merkmale keine Verwandtschaft angeben, für das System von Interesse ist. Beispielsweise ist es nicht sicher, ob die robusten als Paranthropus zusammengefassten Menschenvorfahren eng verwandte oder nur wegen ähnlicher Nahrung (harte Wurzeln) konvergente Formen sind.
- (7) Kriterium der Lage, Kriterium der Stetigkeit, Kriterium der spezifischen Qualität.

Das Themenfeld „Evolution als ökologischer Prozess“ geht von der Tatsache aus, dass die im Bereich der Ökologie zu beschreibenden Phänomene und Prozesse auch im Licht der Evolution wesentlich sind. Während in der Wissenschaft Ökologie die Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen untereinander und ihrer Umwelt beschrieben und erklärt werden, beschreibt die Wissenschaft Evolutionsbiologie, wie sich diese Wechselbeziehungen in der Geschichte auswirkten. Die Ökologie erklärt das „Wie kommt es?“, also die naturgesetzliche Dimension der Wissenschaft Biologie, die Evolutionsbiologie das „Warum?“ oder „Wie kam es dazu?“, also die geschichtliche Dimension in der Wissenschaft Biologie.

Als Einstieg in das Themenfeld werden zunächst systemökologische Begriffe und Phänomene erörtert. Der für die Ökologie zentrale Begriff des „Ökosystems“ wird unter den Gesichtspunkten Aufbau, Nahrungsbeziehungen, Energiefluss sowie Stoffströme und Kohlenstoffkreislauf charakterisiert.

Dann folgt der Blick auf die Wechselbeziehungen der Lebewesen untereinander und zu ihrer unbelebten Umwelt, beginnend mit der Klärung der Begriffe „Art“ und „Population“. Der grundlegende Begriff der „ökologischen Nische“ wird als Gesamtheit der Umweltbeziehungen einer biologischen Art definiert. Diese Umweltbeziehungen werden in der Folge näher betrachtet. Das Zusammenspiel von Angepasstheit, Konkurrenz und Selektion auf der innerartlichen Ebene wird erläutert und führt zur Beschreibung der Selektionstheorie von Charles Darwin und Alfred Russel Wallace. Zwischenartliche Phänomene von Angepasstheit und Selektion führen zu Koevolution, die am Beispiel der Symbiose erläutert wird.

In der nächsten Unterrichtseinheit wird die Entstehung neuer Arten durch allo- und sympatrische Artbildung erläutert. An Beispielen wird der Vorgang der adaptiven Radiation veranschaulicht. Die Bedeutung von Mutationen, Isolation und Selektion für die Entstehung neuer Arten wird geklärt.

Die Begegnung mit der Natur als sinnliches Erlebnis und die Anwendung gelernter Fakten und Sachverhalte auf ein konkretes Ökosystem gehören unbedingt in eine Unterrichtsreihe zur Ökologie. Je nach Lage einer Schule, Vorwissen der Schülerinnen und Schüler sowie ggf. ihrer Interessen können sich verschiedene Ökosysteme für eine Exkursion anbieten. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Exkursion unter Anwendung ihres Wissens planen, dort Untersuchungen durchführen und ihre Ergebnisse in der Gruppe präsentieren.

In der letzten Unterrichtseinheit werden die Veränderlichkeit von Ökosystemen und der Einfluss des Menschen thematisiert. Es folgt der Blick auf das persönliche Verhalten eines jeden Einzelnen anhand des Konzeptes des „ökologischen Fußabdrucks“. Das Themenfeld endet mit Überlegungen zum Begriff der „Nachhaltigkeit“ und dessen Umsetzung in Gesellschaft und Politik. Die Schülerinnen und Schüler sollen in dieser letzten Unterrichtseinheit wichtige Kompetenzen erwerben, um Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven (z. B. naturwissenschaftliche, ethische, wirtschaftliche, philosophische Perspektive) zu betrachten und zu bewerten. So soll es ihnen ermöglicht werden, ihr eigenes Handeln ebenso wie gesellschaftliche, politische oder wirtschaftliche Entscheidungen in Bezug auf ihre Auswirkungen auf die Ökologie zu reflektieren. Ihre Gestaltungskompetenz (BNE) wird gestärkt.

Folgende Basiskonzepte kommen in diesem Themenfeld im Wesentlichen zum Tragen:

- **Struktur und Funktion**
Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion.
- **Variabilität und Angepasstheit**
Lebewesen sind bezüglich Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Angepasstheit wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage der Variabilität bei Lebewesen sind Mutation, Rekombination und Modifikation.

- **Stoff- und Energieumwandlung**
Lebewesen sind offene Systeme; sie sind gebunden an Stoff- und Energieumwandlungen.
- **Geschichte und Verwandtschaft**
Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.
- **Entwicklung**
Lebendige Systeme verändern sich in der Zeit. Sie sind also durch Entwicklung gekennzeichnet. Es werden die Individualentwicklung und die evolutionäre Entwicklung unterschieden

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
Ö 1	Stoff- und Energieflüsse in Ökosystemen	
Ö 1.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ein Ökosystem als Beziehungsgefüge von Lebewesen untereinander (Biozönose) und mit einem Lebensraum (Biotop) bestimmter Größenordnung, 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für Nahrungsketten und Nahrungsnetze, • stellen Nahrungsnetze anhand von Pfeildiagrammen dar, • erläutern anhand einer Abbildung den Aufbau einer Nahrungspyramide, • werten Informationen (z. B. Abbildungen, Diagramme, Texte) aus zu Stoffströmen und Energiefluss in ausgewählten Nahrungsketten.
Ö 1.2	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern an Beispielen die Unterschiede zwischen abiotischen und biotischen Faktoren, 	
Ö 1.3	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben an Beispielen die Beziehungen eines Lebewesens zu seiner Umwelt als Zusammenspiel von Umweltbedingungen und Lebensweise, 	
Ö 1.4	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem, 	
Ö 1.5		
Ö 1.6		
Ö 1.7	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Unterschied zwischen Stoffströmen und Energiefluss in einem Ökosystem. 	

Kompetenzerwartungen		
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
Ö 1.8	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • begründen die begrenzte Anzahl von Trophieebenen in Nahrungsketten, 	Die Schülerinnen und Schüler
Ö 1.9	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Kohlenstoffkreislauf, 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Kohlenstoffkreislauf schematisch dar.
Ö 1.10	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang von Zellatmung und Fotosynthese im Kohlenstoffkreislauf. 	
Ö 2	Evolution als ökologischer Prozess	
Ö 2.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • geben als Definition für den Begriff „Art“ eine Fortpflanzungsgemeinschaft an, deren Genpool stabil ist, (1) 	Die Schülerinnen und Schüler
Ö 2.2	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass Biozönosen zusammengesetzt sind aus Lebewesen verschiedener Arten in einem Ökosystem, 	
Ö 2.3	<ul style="list-style-type: none"> • geben die Definition für den Begriff „Population“ als Gruppe von Lebewesen einer Art in einem Ökosystem an, (2) 	
Ö 2.4	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Begriff „ökologische Potenz“, 	<ul style="list-style-type: none"> • werten Informationen (z. B. Diagramme, Abbildungen, Texte) aus zur Abhängigkeit der Lebewesen von abiotischen Faktoren,
Ö 2.5	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Unterschied zwischen physiologischer und ökologischer Potenz, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern anhand von Beispielen die Veränderung des Toleranzbereiches durch Konkurrenz,
Ö 2.6	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die ökologische Nische als das System der Umweltbeziehungen einer biologischen Art, 	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden anhand von Abbildungen zwischen Fundamental- und Realnische von Lebewesen,
Ö 2.7	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Konkurrenzausschlussprinzip bei zwischenartlicher Konkurrenz. 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für das Konkurrenzausschlussprinzip.

Kompetenzerwartungen		
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
Ö 2.8	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern, dass Nischenbildung Koexistenz von Arten ermöglicht, 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für Koexistenz von Arten,
Ö 2.9	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern, dass innerartliche Konkurrenz aufgrund der Ähnlichkeit der Individuen am größten ist, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für innerartliche Konkurrenz,
Ö 2.10	<ul style="list-style-type: none"> • erklären, dass die Verschiedenheit der Individuen einer Art die innerartliche Konkurrenz verringern kann, 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für Angepasstheiten von Lebewesen bezogen auf ihre ökologische Nische,
Ö 2.11	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang von Angepasstheit und Fortpflanzungserfolg („Fitness“), 	
Ö 2.12	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass eine Überproduktion von Nachkommen zur innerartlichen Konkurrenz um begrenzte Ressourcen führt, 	
Ö 2.13	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Selektion als Folge des sich aus der Überproduktion und Konkurrenz ergebenden Fortpflanzungserfolgs („Fitness“), 	
Ö 2.14	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Evolutionstheorie von Charles Darwin und Alfred Russel Wallace, 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden die Evolutionstheorie von Charles Darwin und Alfred Russel Wallace auf geeignete Beispiele an,
Ö 2.15	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Anpassung, (3) 	
Ö 2.16	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Koevolution als Ergebnis der Selektion durch Konkurrenz, die zu gegenseitiger Anpassung führt, 	
Ö 2.17	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Symbiose als Zusammenleben von Lebewesen zweier Arten mit gegenseitigem Nutzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für Symbiosen als Möglichkeit zur innerartlichen Konkurrenzvermeidung.
Ö 3	Artbildung	
Ö 3.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die allopatrische Artbildung als Aufspaltung von Arten durch geografische Isolation. 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern Beispiele für allopatrische Artbildung.

Kompetenzerwartungen		
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
Ö 3.2	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die sympatrische Artbildung als Aufspaltung von Arten, indem durch Selektion eine Fortpflanzungsisolation hergestellt wird, 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren und erläutern Beispiele für sympatrische Artbildung, (4)
Ö 3.3	<ul style="list-style-type: none"> erklären den Vorgang der adaptiven Radiation, 	
Ö 3.4	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben als adaptive Radiation die Entwicklung neuer ökologischer Nischen, (5) 	
Ö 3.5	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Entstehen der Finkenarten auf den Galapagos-Inseln durch geografische Isolation und adaptive Radiation, 	
Ö 3.6	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben neutrale Mutationen (Präadaptationen) als möglichen Vorteil bei sich ändernden Umweltbedingungen. 	
Ö 4	Exkursion in die Natur	
Ö 4.1	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass in der Natur Ökosysteme nicht abgegrenzt vorkommen, 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> ordnen einem ausgewählten Ökosystem biotische und abiotische Umweltfaktoren zu, planen eine ökologische Exkursion in das ausgewählte Ökosystem, führen Experimente durch zur Messung von Umweltparametern in diesem Ökosystem, (6) dokumentieren unter Verwendung von Fachbegriffen die Ergebnisse.
Ö 4.2	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass die Betrachtung eines Teils der belebten Natur als Ökosystem nach bestimmten wissenschaftlich-methodischen Regeln erfolgt. 	
Ö 4.3		
Ö 4.4		
Ö 4.5		

Kompetenzerwartungen		
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
Ö 4.6		Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> werten die gemessenen Umweltparameter aus.
Ö 5	Dynamik von Ökosystemen	
Ö 5.1	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> vergleichen die Geschwindigkeit des Artensterbens früherer geologischer Epochen und der Jetztzeit,
Ö 5.2		<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Berechtigung der Bezeichnung Anthropozän für die aktuelle geologische Epoche,
Ö 5.3	<ul style="list-style-type: none"> nennen Einwirkungen des Menschen auf Ökosysteme, 	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren und beschreiben die Auswirkungen von menschlichen Einwirkungen auf Ökosysteme,
Ö 5.4		<ul style="list-style-type: none"> bewerten die menschlichen Einwirkungen auf Ökosysteme,
Ö 5.5	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Konzept des ökologischen Fußabdrucks, 	<ul style="list-style-type: none"> werten Daten zu ihrem persönlichen Fußabdruck aus,
Ö 5.6		<ul style="list-style-type: none"> bewerten Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten,
Ö 5.7	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip der Nachhaltigkeit. (7) 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen gesellschaftliche und politische Entscheidungen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit.
Basisbegriffe		
<p>Ö 1 Stoff- und Energieflüsse in Ökosystemen</p> <p>Ökosystem, Biozönose, Biotop, abiotische Faktoren, biotische Faktoren, Nahrungskette, Nahrungsnetz, Räuber, Beute, Nahrungspyramide, Produzent, Konsument (1., 2. und 3. Ordnung), Endkonsument, Destruent, Saprovoren, Mineralisierer, Stoffströme, Energiefluss, Trophieebene, Kohlenstoffkreislauf, Fotosynthese, Zellatmung, Kohlenstoffdioxid, Treibhausgas, Atmosphäre, Boden, gelöst, Wasser, kohlenstoffhaltige organische Verbindungen, Biomasse, Meeresorganismen, Sedimente, Carbonatgestein, Verwitterung, Verbrennung, Vulkanismus, fossile Brennstoffe</p>		
<p>Ö 2 Evolution als ökologischer Prozess</p> <p>Ökosystem, Art, Genpool, Biozönose, Population, ökologische Potenz, Minimum, Maximum, Optimum, Pessimum, physiologische Potenz, Toleranzkurve, stenök, euryök, ökologische Nische, Einnischung, Konkurrenzvermeidung, Konkurrenzausschlussprinzip, Koexistenz</p>		

Basisbegriffe

innerartliche Konkurrenz, Selektion, Evolutionstheorie, Struggle for Life, Survival of the Fittest, Natural Selection, zwischenartliche Konkurrenz, Angepasstheit, Anpassung, Fitness, Koevolution, Symbiose

Ö 3 Artbildung

allopatrische Artbildung, geografische Isolation, sympatrische Artbildung, Selektion, Fortpflanzungsisolation, Fortpflanzungsbarriere, adaptive Radiation, Stammpopulation, Gründerindividuen, ökologische Nische, neutrale Mutation, Präadaptation

Ö 5 Dynamik von Ökosystemen

Anthropozän, ökologischer Fußabdruck, Nachhaltigkeit, Artenvielfalt, Biodiversität

Hinweise**Ö 2 Evolution als ökologischer Prozess**

- (1) In Abgrenzung zu dem Begriff „Population“ ist hier die (potenzielle) Gesamtpopulation einer Fortpflanzungsgemeinschaft gemeint. Eine Fortpflanzungsgemeinschaft sind Organismen, die sich in der Regel nicht mit anderen Arten kreuzen.

Der Art-Begriff wird in der Literatur sehr unterschiedlich definiert:

Die Definition, nach der zu einer Art Organismen gehören, die fertile Nachkommen bekommen können, stimmt nur bedingt. Tiger und Löwen z. B. können über die Artgrenzen hinweg fertile Nachkommen zeugen. Bei Gänsevögeln gibt es Kreuzungen über Gattungsgrenzen hinweg.

Die Tatsache der Evolution bedeutet, dass ein starrer Artbegriff nicht sinnvoll ist. Bei Darwin ist die Variabilität bei Arten ein Kontinuum, das eine starre Grenze zu ziehen u. U. schwierig macht. Wichtig für das Entstehen neuer Arten sind Fortpflanzungsbarrieren.

Bei Bakterien werden die Arten über ihren Stoffwechsel definiert.

- (2) Mit „Population“ sind hier engere Fortpflanzungsgemeinschaften innerhalb einer Art gemeint, die sich überwiegend in einem Ökosystem aufhalten.
- (3) Unter Anpassung wird ein Prozess verstanden, während Angepasstheit ein Zustand ist, der das Ergebnis des Prozesses der Anpassung ist.

Ö 3 Artbildung

- (4) z. B. Buntbarsche im Viktoriasee
- (5) z. B. Darwinfinken

Ö 4 Exkursion in die Natur

- (6) Lichteinfall, Sauerstoffgehalt, Windeinfluss, Bestand an Lebewesen usw.

Ö 5 Dynamik von Ökosystemen

- (7) Konsistenz, Suffizienz, Effizienz, Resilienz, Selbstwirksamkeit, ökologischer Rucksack, Earth Overshoot Day

Im Themenfeld „Genetik“ werden Fachwissen und prozessbezogene Kompetenzen vermittelt, die dazu führen sollen, dass Schülerinnen und Schüler ein vernetztes Verständnis entwickeln, wie Merkmale unter Beteiligung von Genen entwickelt, Gene vererbt und verteilt werden. Hierbei sind sowohl ontogenetische als auch phylogenetische Aspekte zu betrachten. Dies trägt darüber hinaus auch zum Verstehen der Evolution bei, die zur Vielfalt und Verwandtschaft der Lebewesen und zu ihren Anpassungen an ihre Lebensbedingungen geführt hat.

Schließlich geht es auch darum zu wissen, wie die von der Natur in evolutiven Prozessen entwickelten Verfahren in der Gentechnik für Zwecke des Menschen eingesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich dadurch ein begründetes Urteil über Chancen sowie auch Unsicherheiten und Gefahren des Einsatzes von Gentechnik bilden können. Schülerinnen und Schüler erwerben damit wichtige Kompetenzen, um Sachverhalte der Genetik aus unterschiedlichen Perspektiven (z. B. naturwissenschaftliche, ethische, wirtschaftliche, philosophische Perspektive) zu betrachten und zu bewerten. Dies soll ihnen ermöglichen, ihr eigenes Handeln ebenso wie gesellschaftliche, politische oder wirtschaftliche Entscheidungen in Bezug auf ihre Auswirkungen zu reflektieren. Ihre Gestaltungskompetenz wird gestärkt (Bildung für nachhaltige Entwicklung).

Folgende Basiskonzepte kommen in diesem Themenfeld im Wesentlichen zum Tragen:

- **Reproduktion**
Lebewesen sind fähig zur Reproduktion; damit verbunden ist die Weitergabe von Erbinformationen.
- **Entwicklung**
Lebendige Systeme verändern sich in der Zeit. Sie sind also durch Entwicklung gekennzeichnet. Es werden die Individualentwicklung und die evolutionäre Entwicklung unterschieden.
- **Variabilität und Anpassung**
Lebewesen sind bezüglich Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Anpassung wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage der Variabilität bei Lebewesen sind Mutation, Rekombination und Modifikation.
- **Geschichte und Verwandtschaft**
Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 1	Struktur des Erbmaterials	
G 1.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen DNA und mRNA bzgl. Vorkommen, Funktionen und ihrer Molekülbausteine, 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • stellen den Bau der DNA sowie der mRNA schematisch mit Hilfe einer beschrifteten Skizze dar,
G 1.2	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben modellhaft den Bau der DNA aus zwei antiparallel verlaufenden Polynucleotidsträngen, die in Form einer Doppelhelix umeinander gewunden sind. (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • führen ein Experiment zur Isolierung von DNA durch. (2)

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 1.3	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben modellhaft den Bau der mRNA, 	Die Schülerinnen und Schüler
G 1.4	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Vorgang der Replikation der DNA, 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären anhand von Abbildungen, dass die Reihenfolge der Basen des einen Stranges schon die Reihenfolge des anderen festlegt,
G 1.5	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Versuch von Meselson und Stahl zur Identifizierung des Replikationsmechanismus der DNA, 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten die Ergebnisse des Versuchs von Meselson und Stahl zur Identifizierung des Replikationsmechanismus der DNA.
G 1.6	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung der Interphase für die Replikation der DNA. 	
G 2	Vom Gen zum Merkmal	
G 2.1	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Vorgang der Transkription bei Prokaryonten und unterscheiden ihn von der Replikation der DNA, 	Die Schülerinnen und Schüler
G 2.2	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern, dass es sich bei der Bezeichnung genetischer Code um eine Metapher der Informationssprache handelt, 	
G 2.3	<ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass die Codierung der Erbinformation durch die Reihenfolge der Basen (Basensequenz) erfolgt, 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten das Basentriplett als Codierungseinheit,
G 2.4	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang zwischen der Codierung der Erbinformation und ihrer Übersetzung in Proteine. 	
G 2.5		<ul style="list-style-type: none"> • schließen mit Hilfe der Codesonne von der Basensequenz einer DNA bzw. einer mRNA auf die Aminosäuresequenz und umgekehrt von der Aminosäuresequenz auf mögliche Basensequenzen.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 2.6	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
G 2.7	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Eigenschaften des genetischen Codes, 	<ul style="list-style-type: none"> deuten die Universalität des genetischen Codes als Beleg für den gemeinsamen Ursprung und damit für die Verwandtschaft aller Lebewesen, (3)
G 2.8	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Vorgang der Translation bei Prokaryonten, 	
G 2.9	<ul style="list-style-type: none"> erklären an einfachen Beispielen den Zusammenhang zwischen Gen, Allel und Merkmal, (4) 	
G 2.10	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen Gen, Allel und Merkmal, (5) 	
G 2.11	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die "Ein-Gen-ein-Protein-Hypothese". (6) 	<ul style="list-style-type: none"> stellen an einem ausgewählten Beispiel eine Genwirkkette dar. (7)
G 3	Viren programmieren ihre Wirtszelle um	
G 3.1	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
G 3.2	<ul style="list-style-type: none"> begründen die Aussage, inwiefern Viren keine Lebewesen sind, 	
G 3.3	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Bau eines HI-Virus, 	
G 3.4	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Vermehrung des HIV, 	
G 3.5	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die immunologischen Folgen einer Infektion mit dem HI-Virus, 	
G 3.6	<ul style="list-style-type: none"> geben Symptome der AIDS-Erkrankung an, 	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren und bewerten die sozialen und finanziellen Folgen der HIV-Infektion.
G 3.6	<ul style="list-style-type: none"> erläutern Möglichkeiten, die HIV-Vermehrung zu hemmen. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 3.7	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern Maßnahmen zur Prävention einer HIV-Infektion. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren die AIDS-Problematik (z. B. Verbreitung, soziale Situation von Infizierten und Aids-Kranken, Aufklärung, Prävention, Behandlung) in Deutschland und in anderen Ländern (Russland, Länder in Afrika).
G 4	Merkmale und die Vererbung von Genen	
G 4.1	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> geben an, dass Veränderungen (Mutationen) an der DNA zu veränderten Genen und als Folge zu veränderten Merkmalen des Organismus führen können, 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren und beschreiben mögliche Auswirkungen von Mutationen auf die Ausprägung von Merkmalen, (8) recherchieren und beschreiben die Ursachen und phänotypischen Auswirkungen verschiedener Mutationstypen, (10) stellen Crossing Over und Anordnung der Chromosomen in der Äquatorialebene schematisch dar.
G 4.2	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass es sich bei einer Mutation um eine zufällige, ungerichtete Veränderung von Genen handelt und dass mutierte Gene auf die Tochterzellen vererbt werden, 	
G 4.3	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass Mutationen für die Artenvielfalt mitverantwortlich sind, 	
G 4.4	<ul style="list-style-type: none"> nennen Beispiele für Mutagene, 	
G 4.5	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben, dass es verschiedene Mutationstypen gibt, (9) 	
G 4.6	<ul style="list-style-type: none"> geben an, dass es sich bei Krankheiten um einen Komplex von Merkmalen handelt und sie somit zum Phänotypen eines Organismus gehören, (11) 	
G 4.7	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden anhand von Beispielen zwischen Mutation und Modifikation, (12) 	
G 4.8	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Möglichkeiten, Erbmaterial im Prozess der Meiose neu zu kombinieren (Rekombination). 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 4.9	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern den Zusammenhang zwischen der Rekombination bei der geschlechtlichen Fortpflanzung und der Variation von Merkmalen. 	
G 5	Variabilität und biologische Fitness	
G 5.1	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die verschiedenen Formen der Selektion, (13) 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren und beschreiben Beispiele für die Variation. (14)
G 5.2	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Auswirkungen der natürlichen Selektion auf die Häufigkeit der Merkmalsausprägung in der jeweiligen Umwelt, 	
G 5.3	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung der Variation für den Fortpflanzungserfolg (biologische Fitness). 	
G 6	Allelhäufigkeit und Artbildung	
G 6.1	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Wirkungsweise der natürlichen Selektion auf der Systemebene der Gene als Änderung der Allelhäufigkeit in einer Population, (15) 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren Häufigkeiten von Blutgruppen (ABO) sowie des Auftretens von monogen bedingten Krankheiten in einer Population und stellen diese in geeigneter Weise dar, (16) wenden die Konzepte „Gründereffekt“ und „Flaschenhalseffekt“ zur Erklärung der Artbildung an, recherchieren und beschreiben Beispiele zum Gründer- und Flaschenhalseffekt.
G 6.2	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung der Isolation auf der Systemebene der Gene für die Artbildung, 	
G 6.3	<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Vorgang der Gendrift, (17) 	
G 6.4		
G 6.5	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Synthetische Evolutionstheorie als Zusammenführen der Ergebnisse aus vielen Teilgebieten der Biologie, vor allem der Selektionstheorie und Populationsgenetik. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
G 7	Gezielte Eingriffe in die Gene. Molekularbiologische Methoden und ihre Anwendungen	
	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
G 7.1	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip der Gelelektrophorese, 	
G 7.2	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip der Polymerasekettenreaktion, 	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen die Methode der Polymerasekettenreaktion (PCR) mit der DNA-Replikation in der Zelle,
G 7.3	<ul style="list-style-type: none"> erläutern Durchführung und Anwendungsmöglichkeiten der PCR zur DNA-Typisierung, 	
G 7.4	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Verfahren der Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks. (18) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren den genetischen Fingerabdruck und Vaterschaftstest auch unter Aspekten des Datenschutzes,
G 7.5		<ul style="list-style-type: none"> beurteilen den genetischen Fingerabdruck für die Prävention von Erkrankungen sowie in der Kriminalistik.

Basisbegriffe

G 1 Struktur des Erbmaterials

DNA, Desoxyribonucleinsäure, Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin, Uracil, Desoxyribose, Ribose, Phosphorsäurerest, Polynucleotidstrang, Doppelstrang, Einzelstrang, Chromosom, 3'-bzw. 5'-Ende, antiparallel, Doppelhelix, komplementäres Basenpaar, Zucker-Phosphat-Rückgrat, DNA-Nucleotid, Chromatin, Histon, RNA (tRNA, mRNA, rRNA), Ribonucleinsäure, Verdopplung/Replikation, Okazaki-Fragment, Helicase, Ligase, Primase, DNA-Polymerase, Primer, Leitstrang, Folgestrang, Replikationsgabel, Replikationsauge, semikonservativ, Basensequenz, Versuch von Meselson und Stahl, Zentrifugation, Interphase

G 2 Vom Gen zum Merkmal

Transkription, Promotor, Terminator, RNA-Polymerase, codogener Strang, nicht-codogener Strang, Initiation, Start, Elongation, Termination, Translation, Proteinbiosynthese, Start-Codon, Stop-Codon, m-RNA, Basentriplett, Basensequenz, t-RNA, Codon, Anticodon, Codogen, Ribosom, Polysom, Aminosäure, Bindungsstelle, Aminosäurekette, Kleeblattstruktur, Triplett-Code, Universalität des genetischen Codes, Redundanz, Eindeutigkeit, Kommafreiheit ohne Überlappung, genetischer Code, Codesonne, Aminosäuresequenz, rezessiv, dominant, Allel, Gen, Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese, Genwirkkette

Basisbegriffe**G 3 Viren programmieren ihre Wirtszelle um**

Virus, HIV, Retrovirus, virale RNA, Reverse Transkriptase, DNA, Hülle, Kapsid, Membranprotein, Virushülle, Verschmelzen, Integrase, Protease, reverse Transkription, Integration, Transkription, Translation, Self Assembly, Exocytose, akute Phase, Latenzzeit, opportunistische Infektion, T-Helferzelle, Immunoassay, Elisa, PCR, Schnelltest

G 4 Merkmale und die Vererbung von Genen

Mutagen, Wildtyp, Mutante, Phänotyp, Genotyp, Mutationstyp, Genmutation/Punktmutation, Chromosomenmutation, Genommutation, Substitution, Insertion, Deletion, Duplikation, Translokation, Inversion, Polyploidie, somatische Mutation, Keimbahnmutation, Spontanmutation, stille Mutation, neutrale Mutation, Sichelzellenanämie, Albinismus, Down-Syndrom, Trisomie 21, Klinefeltersyndrom, Turnersyndrom, rezessiv, dominant, Allel, Gen, Äquatorialebene, Crossing Over, Rekombination, Modifikation, Variation

G 5 Variabilität und biologische Fitness

Variation, stabilisierende Selektion, transformierende, gerichtete oder direktionale Selektion, disruptive oder aufspaltende Selektion, biologische Fitness

G 6 Allelhäufigkeit und Artbildung

ökologische Isolation, genetische Isolation, geografische Isolation, sexuelle Isolation, Fortpflanzungsbarriere, natürliche Selektion, Allelhäufigkeit/Allelenfrequenz, monogen, Genlocus, Genpool, Population, Artbildung, Gendrift, Gründereffekt, Flaschenhalseffekt, Synthetische Evolutionstheorie

**G 7 Gezielte Eingriffe in die Gene.
Molekularbiologische Methoden und ihre Anwendungen**

DNA-Doppelstrang, DNA-Einzelstrang, Nucleotid, DNA-Polymerase, Gelelektrophorese, Gel, Elektrophoresekammer, Pufferlösung, elektrisches Feld, Kathode, Anode, Ladung der DNA-Fragmente, Bandenmuster, Polymerasekettenreaktion, Denaturierung, Primer, Hybridisierung, Taq-Polymerase, Thermocycler, PCR-Zyklus, komplementäre DNA, Genetischer Fingerabdruck, Short Tandem Repeats, Marker

Hinweise**G 1 Struktur des Erbmateri als**

- (1) ohne Strukturformeln
- (2) z. B. DNA-Extraktion aus Zwiebeln

G 2 Vom Gen zum Merkmal

- (3) Der genetische Code ist nahezu universell. Bis auf wenige Ausnahmen (z. B. Mitochondrien) codiert ein Basentriplett die jeweils gleiche Aminosäure.

Hinweise

- (4) Gen – Enzym – Merkmal (z. B. Blütenfarbe)
Ein Gen ist weder dominant noch rezessiv.
Nur Merkmale können dominant oder rezessiv sein. Dominante Merkmale sind solche, bei denen es für die Merkmalsausprägung ausreicht, dass sich das entsprechende allele Gen nur auf einem der homologen Chromosomen befindet. Rezessive Merkmale sind solche, bei denen sich für die Merkmalsausprägung dasselbe allele Gen auf beiden homologen Chromosomen befindet.
- (5) Die Schülerinnen und Schüler sollten folgende Zusammenhänge verstehen: Ein Merkmal wird nicht vom Gen, sondern über einen Entwicklungsprozess ausgeprägt, in dem Enzyme die Bildung des Merkmals katalysieren. Nicht Merkmale werden vererbt, sondern Gene. Gene enthalten keine Information. Biologisch bedeutet Information immer nur Struktur. Die Merkmale sind nur noch die Zeichen, an denen der verborgene Vererbungsprozess erkannt wird. Phänotypisch sind Gene charakterlos: Z. B. ist ein Gen, das eine blaue Augenfarbe bewirkt, nicht blauäugig. Den Genen sind niemals (phänotypische) Eigenschaften zuzuschreiben.
- (6) Gene sind DNA-Abschnitte, die in der Individualentwicklung aktiviert werden. Sie sind an der Ausprägung von Merkmalen über komplexe biochemische Prozesse verbunden.
- (7) z. B. Phenylalaninstoffwechsel; Merkmale (Albinismus, Phenylketonurie) sind evtl. aus Stammbaumanalysen in der Sek. I schon bekannt.

G 4 Merkmale und die Vererbung von Genen

- (8) Sich positiv auswirkende Mutationen (z. B. Sichelzellen: Resistenz gegen Malaria im heterozygoten Fall): Positive Mutationen sind Mutationen, welche die Fitness eines Individuums erhöhen, also die Anzahl der Nachkommen im Vergleich zur durchschnittlichen Nachkommenzahl in der Population. Im Gegensatz zu sich negativ auswirkenden Mutationen sind sich positiv auswirkende Mutationen sehr selten – trotzdem sind sie der Motor der Evolution.
Sich negativ auswirkende Mutationen: Besonders größere Veränderungen im Erbmateriale führen oft zu nachteiligen Veränderungen im Stoffwechsel oder auch zu Fehlbildungen und anderen Besonderheiten.
- (9) Gen-, Chromosomen-, Genommutation
- (10) Veränderung der Chromosomenanzahl: Down-, Klinefelter- und Turnersyndrom, Mutation einzelner Gene: Albinismus und Sichelzellen (Sichelzellenmerkmal, und -anämie) sowie Vermehrung von Chromosomensätzen: Polyploidie bei Kulturpflanzen; Sichelzellenanämie: kranke Homozygote; Sichelzellenmerkmal: gesunde Heterozygote, Heterozygotenvorteil bei Malaria
- (11) Krankheiten werden nicht vererbt, sie sind vielmehr Teil des Phänotyps. Vererbt werden Gene, mit denen ihr Träger unter bestimmten Bedingungen krank wird. Derart verursachte Krankheiten sind deshalb nicht als „Erbkrankheiten“, sondern als „genetisch bedingte Krankheiten“ zu bezeichnen.
- (12) Mutation und Modifikation sind Prozesse. Vererbt werden (mutierte) Gene und keine Merkmale.

Hinweise

G 5 Variabilität und biologische Fitness

- (13) stabilisierende Selektion, transformierende, gerichtete oder direktionale Selektion, disruptive oder aufspaltende Selektion
- (14) z. B. Industriemelanismus beim Birkenspanner, Sichelzellenanämie, Laktosetoleranz beim Menschen

G 6 Allelhäufigkeit und Artbildung

- (15) Allelhäufigkeit, Allelfrequenz, Allelenfrequenz, (auch einfach Genfrequenz) gibt an, mit welcher Häufigkeit ein bestimmtes Allel in einer Gruppe von Individuen (Population) auftritt. Die Allelfrequenz eines bestimmten Allels in einer Probe ist mindestens zweimal so hoch wie die Anzahl für dieses Allel homozygoter (Homozygotie) Individuen (weil jedes homozygote Tier in seinen Zellen zwei Kopien desselben Allels trägt) plus die Anzahl für dieses Allel heterozygoter (Heterozygotie) Individuen.
- (16) z. B. Sichelzellenanämie, Rot-Grün-Sehschwäche, Rhesusfaktor, Phenylketonurie
- (17) Gendrift ist die zufällige Veränderung der Genhäufigkeit eines oder mehrerer bestimmter Allele innerhalb einer Population. Zufällige Ereignisse wie Naturkatastrophen begünstigen Gendrift. Je kleiner eine Population, desto wahrscheinlicher ist Gendrift. Der Gründereffekt und der Flaschenhalseffekt sind Beispiele für Gendrift.

**G 7 Gezielte Eingriffe in die Gene.
Molekularbiologische Methoden und ihre Anwendungen**

- (18) genetischer Fingerabdruck, Vaterschaftstest, Doping (eindeutige Zuordnung einer Urinprobe, die auf Dopingsubstanzen untersucht wird, zu einer Person), Früherkennung von genetisch bedingten Erkrankungen durch Gendiagnose

Anhang

- Erprobungsphase -

2019

Operatorenliste für das Fach Biologie

Die Operatoren beziehen sich auf die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

analysieren	unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten
angeben benennen nennen	Elemente, Sachverhalte, Komponenten, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Sachverhalte in einen Zusammenhang stellen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
beurteilen	zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden begründet formulieren
bewerten	einen Gegenstand oder einen Sachverhalt an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Verfahren in fachtypischer Weise strukturiert wiedergeben
deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren	in Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen bzw. Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
(Experimente) durchführen	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Handlungen, Messungen und Änderungen vornehmen und diese protokollieren

erklären	einen Sachverhalt auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
ordnen einordnen zuordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren/hierarchisieren
planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden bzw. eine Experimentieranleitung erstellen
präsentieren	biologische Zusammenhänge mediengestützt vortragen
protokollieren	Fragestellung, Aufbau, Ablauf und Beobachtung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben und auswerten
recherchieren	gezieltes Ermitteln von Informationen mit Hilfe von Quellen
schließen auf	aus bekannten/vorgegebenen Fakten eine logisch begründete Folgerung ableiten
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder als Fließtext übersichtlich darstellen
unterscheiden	Diskriminieren von Sachverhalten oder Objekten anhand von Kriterien, die bei beiden nicht übereinstimmen
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen