

Biologie

Lehrplan

Gymnasiale Oberstufe

Einführungsphase

2024

Ministerium für
Bildung und Kultur

SAARLAND



Vorwort

Die Inhalte der Lehrpläne für das Fach Biologie der Gymnasialen Oberstufe und die formulierten Teilkompetenzen basieren auf den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife, die von der KMK am 18.06.2020 veröffentlicht wurden. Sie knüpfen an die Bildungsstandards und Lehrpläne der Sekundarstufe I an; dabei werden einige Inhalte im Sinne eines Spiralcurriculums erneut aufgegriffen, um nun erweitert und vertieft behandelt zu werden. Dabei rückt die zelluläre Systemebene in vielen Bereichen verstärkt in den Fokus.

Bildungsstandards im Fach Biologie

Die Lehrpläne für das Fach Biologie der GOS sind kompetenzorientiert; im Zentrum steht nicht Fachwissen, sondern Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche im Zusammenhang mit Fachwissen nötig sind, um bestimmte Anforderungssituationen erfolgreich zu bewältigen. Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife definieren die Kompetenzen (= Standards), die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase - auf grundlegendem oder erhöhtem Anforderungsniveau - erwerben sollen. Die einzelnen Kompetenzbereiche werden im folgenden Kompetenzmodell näher beschrieben.

Kompetenzmodell

Das Modell der naturwissenschaftlichen Kompetenz gemäß der KMK-Bildungsstandards unterscheidet vier Kompetenzbereiche, die einander durchdringen und gemeinsam die Fachkompetenz abbilden:

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

Biologische Sachverhalte und Eigenschaften lebender Systeme werden mithilfe von Basis Konzepten strukturiert und erschlossen. Zu biologischen Phänomenen werden theoriegeleitet Hypothesen formuliert.

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

Der Prozess der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften geht dabei vom beobachteten Phänomen aus, welches Fragestellungen aufwirft, deren Beantwortung dem hypothetisch-deduktiven Verfahren (siehe unten) folgt. Dem kriteriengeleiteten Experimentieren und Modellieren kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

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

Dies umfasst die zielgerichtete und selbstständige Recherche zu biologischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien, wobei die Quellen nicht nur angegeben, sondern kritisch geprüft und sorgfältig belegt werden sollen. Relevante Informationen sollen kriteriengeleitet ausgewählt, strukturiert dokumentiert und unter Nutzung der Fachsprache sach- und adressatengerecht präsentiert werden.

Zur Aufbereitung von Informationen gehört die Nutzung geeigneter Darstellungsformen (z. B. Diagramme, Tabellen, Schemata, Reaktionsgleichungen, Stammbäume) sowie die Überführung von Sachverhalten von einer in eine andere Darstellungsform (z. B. Erstellen eines Flussdiagramms aus einem Fließtext, Zeichnen von Kurvendiagrammen anhand gegebener Daten).

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

Erkenntnisse und Anwendungen der Biologie haben direkte Einflüsse auf Individuum, Gesellschaft und Umwelt. Ethisch relevante Aspekte der naturwissenschaftlichen Forschung müssen daher erkannt und die damit verknüpften Werte und Normen analysiert und gewichtet werden; dabei werden deskriptiv-beschreibende von normativ-wertenden Aussagen unterschieden.

Biotechnologische Verfahren bringen Chancen, aber auch Risiken mit sich, deren Folgen erkannt, bewertet und bei Entscheidungen berücksichtigt werden müssen. Somit ist die Bewertungskompetenz grundlegend für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabe. Fächerübergreifende Bezüge insbesondere zum Ethikunterricht können und sollten dabei gewinnbringend genutzt werden!

Besonderheit des „Erklärens“ im Biologieunterricht

Die Bildungsstandards messen dem Operator „erklären“ eine sehr differenzierte Bedeutung zu. Biologische Erklärungen können sich in der Art der Erkenntnis unterscheiden; funktionale Erklärungen (z. B. Struktur-Funktions-Zusammenhänge bei Anpassungen) sind von ursächlichen und damit kausalen Erklärungen (z. B. Abhängigkeiten der Fotosyntheseleistung von bestimmten Faktoren) abzugrenzen. Darüber hinaus können Erklärungen aus verschiedenen zeitlichen Perspektiven vorgenommen werden. Proximate Erklärungen (z. B.: „Das Fell des Eisbären hat keine Pigmente und sieht deshalb weiß aus“) und ultimate Erklärungen (z. B.: „Im Laufe der Stammesgeschichte hatten Bären mit weißem Fell einen Selektionsvorteil gegenüber Bären mit dunklem Fell und konnten sich erfolgreicher vermehren“) sind sprachlich von anderen, beispielsweise finalen Erklärungen („Der Eisbär hat weißes Fell, damit er im Schnee gut getarnt ist“), abzugrenzen. Letztere sind in der Biologie zu vermeiden und können sich nur auf menschliches Handeln beziehen.

Denk- und Arbeitsweisen - hypothetisch-deduktives Vorgehen

Typisch für naturwissenschaftliche Denkweisen ist das hypothetisch-deduktive Vorgehen bei der Untersuchung naturwissenschaftlicher Phänomene nach den folgenden Schritten:

1. Beobachten und Beschreiben eines Phänomens,
2. Formulieren entsprechender Fragestellungen,
3. Ableiten von Hypothesen,
4. Erhebung empirischer Daten mit analogen und digitalen Werkzeugen,
5. Auswerten und Interpretieren der erhobenen Daten,
6. Stützen (Verifizieren) bzw. Widerlegen (Falsifizieren) der Hypothesen auf Basis der Ergebnisse.

Zur Untersuchung von naturwissenschaftlichen Phänomenen im Sinne hypothetisch-deduktiven Vorgehens werden fachspezifische Arbeitsweisen, wie das Experimentieren oder Modellieren, genutzt. Die Erkenntnisgewinnung ist also häufig an die praktische Durchführung von Experimenten zur Datengewinnung gebunden, entsprechend haben Experimente auch für den Unterricht einen hohen Stellenwert und sind wesentlicher Bestandteil dieses Lehrplans. Das selbstständige, zielgerichtete Experimentieren oder Modellieren fördert die Erkenntnisgewinnungskompetenz in besonderem Maße. Durch den zielgerichteten Einsatz digitaler Werkzeuge bei der Gewinnung und Aufbereitung von Daten wird zudem die Medienkompetenz geschult. Für das Experimentieren werden fachspezifische Arbeitstechniken vorausgesetzt, die bereits in der Sekundarstufe I erworben wurden, z. B. Herstellen von Präparaten, Mikroskopieren, fachgerechter Umgang mit Laborgeräten. Diese müssen angewendet und gefestigt werden.

Inhaltsbereiche

Kompetenzen können nur an bestimmten Inhalten erworben und trainiert werden. Die in den Lehrplänen der GOS aufgeführten Inhalte orientieren sich an den Vorgaben der KMK-Bildungsstandards; somit ist gewährleistet, dass die Schülerinnen und Schüler über die nötigen fachbezogenen Kompetenzen verfügen, um bundesweit einheitliche Abituraufgaben bewältigen zu können. Die Lehrpläne konkretisieren, an welchen Inhalten die von der KMK formulierten Standards erworben werden sollen. Die fachbezogenen Kompetenzen der Einführungsphase bilden die Grundlage für die nachfolgende Hauptphase. Bestimmte Inhalte aus der Einführungsphase sind abiturrelevant (Analyse von Familienstammbäumen zu genetisch bedingten Erkrankungen). Einige Inhalte aus der Einführungsphase werden in der Hauptphase auf erhöhtem Niveau weitergeführt (z. B. Bau und Replikation der DNA).

Basiskonzepte in der Biologie

Der Vielfalt biologischer Phänomene liegen Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Diese ermöglichen die Fokussierung auf zentrale Aspekte der Biologie, die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen und fördern somit den nachhaltigen Aufbau von strukturiertem Wissen sowie die selbstständige Erschließung neuer Inhalte.

Lebewesen sind offene Systeme, die in stofflichen, energetischen und informatorischen Wechselwirkungen mit ihrer Umwelt stehen, zu Selbstregulation fähig sind und sich individuell und evolutiv entwickeln. Daraus werden folgende Basiskonzepte für den Biologieunterricht abgeleitet, die jeweils auf verschiedenen Systemebenen (z. B. Zelle - Gewebe - Organ - Organismus) betrachtet werden können.

Verknüpfung von Kompetenzbereichen, Inhalten und Basiskonzepten

Kompetenzorientierter Unterricht hat nicht Wissensvermittlung, sondern den Erwerb bestimmter Kompetenzen im Fokus. Diese werden an einem passenden inhaltlichen Aspekt bzw. einem konkreten Anwendungsbeispiel eingeübt, wobei stets ein Bezug zu einem Basiskonzept (oder mehreren) hergestellt werden soll. Dies erfolgt auf der Basis fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen.

Basiskonzept	Beschreibung	Wesentliche Prinzipien
Struktur und Funktion	Zwischen einer Struktur und deren Funktion gibt es oft einen Zusammenhang. Dieser ist auf verschiedenen Systemebenen, von den Molekülen bis zur Biosphäre, relevant und gilt für Lebewesen und Lebensvorgänge.	Kompartimentierung, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Oberflächenvergrößerung, Gegenspielerprinzip, Gegentromprinzip
Stoff- und Energieumwandlung	Biologische Systeme sind offene, sich selbst organisierende Systeme, die im ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Alle Lebensprozesse benötigen Energie und laufen unter Energieumwandlungen ab. Lebewesen nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und scheiden Stoffe wieder aus.	Fließgleichgewicht, Stoffkreislauf, Energieentwertung, energetische Kopplung
Information und Kommunikation	Lebewesen nehmen Informationen auf, leiten sie weiter, verarbeiten und speichern sie und reagieren auf sie. Kommunikation findet auf verschiedenen Systemebenen statt: In einem vielzelligen Organismus sind alle Organe, Gewebe, Zellen und deren Bestandteile beständig an der Kommunikation beteiligt. Auch zwischen Organismen findet Kommunikation auf vielfältige Weise statt.	Signaltransduktion, Codierung und Decodierung von Information
Steuerung und Regelung	Biologische Systeme halten viele Zustandsgrößen in Grenzen, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich kurzfristig stark ändern. Dabei werden innere Zustände aufrechterhalten oder funktionsbezogen verändert.	positive und negative Rückkopplung, Homöostase
Individuelle und evolutive Entwicklung	Lebende Systeme verändern sich über verschiedene Zeiträume im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen. Die individuelle Entwicklung von Lebewesen und die Weitergabe ihrer genetischen Information durch Fortpflanzung sind die Grundlage für evolutive Entwicklung. Sexuelle Fortpflanzung führt zur Rekombination von genetischem Material und erhöht die genetische Variation. Zusammen mit Selektion ist genetische Variation eine wichtige Ursache für Artwandel.	Zelldifferenzierung, Reproduktion, Selektion

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Biologieunterricht soll nicht nur Fachwissen vermitteln, sondern Kompetenzen ansteuern, welche die Schülerinnen und Schüler befähigen, über biologisch relevante Sachverhalte zu sprechen, sie zu erforschen, zu beurteilen und letztlich auch zu bewerten.

Die bundesweiten gemeinsamen Bildungsstandards unterscheiden dementsprechend die vier Kompetenzbereiche „Sachkompetenz“, „Erkenntnisgewinnungskompetenz“, „Kommunikationskompetenz“ und „Bewertungskompetenz“. Diese sind nicht strikt voneinander zu trennen und bilden gemeinsam die naturwissenschaftliche Fachkompetenz.

Der vorliegende Lehrplan bildet das beschriebene Kompetenzmodell ab, indem er die zu entwickelnden Kompetenzen in einer Spalte darstellt. Alle hier formulierten Teilkompetenzen sind verbindlich; sie verknüpfen Bildungsstandards mit geeigneten Inhalten. Die in der linken Spalte aufgeführten Basisbegriffe sind den jeweiligen Teilkompetenzen zugeordnet und geben den Grad der Vertiefung sowie die Breite der Behandlung an. Daher sind sie als verpflichtend zu verstehen. Zusätzlich stellen Sie eine übersichtliche Sammlung der zu einem Teilthema gehörigen Fachbegriffe dar.

Die in der rechten Spalte hinzugefügten Vorschläge und Hinweise sind nicht verbindlich, helfen jedoch bei der didaktisch-methodischen Vorgehensweise. Sie liefern vertiefende Erläuterungen zu Kompetenzen, weiterführende Impulse zu möglichen Experimenten und weisen auf konkrete Bezüge zu Basiskonzepten hin.

Die Operatoren geben eine Hilfestellung für die unterrichtliche Planung. Operatoren formulieren eindeutige Arbeitsanweisungen und damit beschreibbares Verhalten der Lernenden und sind als verbindlich anzusehen. Sie sind im Anhang aufgelistet und umschreiben und beruhen auf der einheitlichen Operatorenliste der KMK für die naturwissenschaftlichen Fächer, die auch der Formulierung der Aufgaben der Abituraufgabenpools zu Grunde liegt. Ergänzt werden sie durch Operatoren, die bereits aus der saarländischen Operatorenliste bekannt sind. Dabei wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass weitere Operatoren verwendet werden können, wenn ihre Bedeutung eindeutig ist (z. B. „durchführen“ in Bezug auf ein Experiment). Operatoren sind nicht einer bestimmten Kompetenz oder einem Anforderungsniveau zuzuordnen. Der Operator „beschreiben“ ist genau so wenig ausschließlich dem AFB I zugeordnet wie der Operator „diskutieren“ oder „bewerten“ immer dem AFB III zugeordnet werden muss.

Die Allgemeinen Prüfungsanforderungen für das Abitur im Fach Biologie (APA Biologie) sehen in Abschnitt 1.3 „Fachliche Inhalte“ vor, dass die Inhalte der Abiturprüfung sich aus den verbindlichen Kompetenzerwartungen der Lehrpläne der Oberstufe – und damit auch des Lehrplans der Einführungsphase – ergeben. Bei der Erstellung der Lehrpläne der Oberstufe wurde allerdings darauf geachtet, dass der Großteil der Inhalte, die gemäß den Bildungsstandards abiturelevant sind, in der Hauptphase unterrichtet werden. Um eine Entlastung der Hauptphase zu ermöglichen, wurden aber einige wenige Inhalte in die Einführungsphase verlagert. Auf diese wird an entsprechender Stelle in diesem Lehrplan hingewiesen. Im Lehrplan der Hauptphase wird an geeigneten Stellen ein Hinweis auf eine mögliche kurze Wiederholung gegeben.

Der Lehrplan beinhaltet fakultative Inhalte.

Der Lehrplan berücksichtigt den Anspruch an ein handlungsorientiertes und schülerzentriertes Lernen. Inhalte sollen mit prozessbezogenen Kompetenzen verknüpft werden. Der Lehrplan enthält hierzu Hinweise und Vorgaben zu praktischen Arbeiten wie zu Versuchen, Experimenten etc. aus dem Bereich der Erkenntnisgewinnung. Bei allen praktischen Arbeiten ist die „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RI-SU)“ in der jeweils geltenden Fassung zu beachten.

Fachinhalte

Der Lehrplan für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe knüpft an die Inhalte und Kompetenzen an, die in der Sekundarstufe I der Gemeinschaftsschulen und der Gymnasien gemäß der KMK-Bildungsstandards erworben wurden. Er soll eine gemeinsame Basis schaffen für die Themenfelder der Hauptphase, fachspezifische Arbeitstechniken und Kompetenzen festigen und dazu motivieren, Biologie als lebensnahe Naturwissenschaft bis zum Abitur weiterzuführen. Die Auswahl der Inhalte orientiert sich daher einerseits an den benötigten Grundlagen, die für die komplexen Themenfelder der Hauptphase benötigt werden, andererseits an Aspekten, welche die Relevanz der Biologie für unser Leben aufzeigen. Die Progression folgt dabei einem roten Faden von der einzelnen Zelle bis zur Entstehung genetischer Vielfalt.

Der Lehrplan für die Einführungsphase gliedert sich in zwei große Themenfelder (Z = Zytologie, G = Genetik); diese enthalten mehrere Unterkapitel mit Teilüberschriften. Hierdurch soll die Strukturierung und Planung des Unterrichts erleichtert und die Progression transparent werden. Einige fakultative Teilkapitel ermöglichen eine weiterführende, auch experimentelle Beschäftigung mit bestimmten Inhalten und fördern somit einen vertieften Erkenntnisgewinn.

Zytologie – Lebewesen bestehen aus Zellen

60 Prozent

Eine kleine Geschichte der Zellen

Struktur und Funktion von Zellen und Zellverbänden: Praktikum (fakultativ)

Zellen und Organellen sind durch Biomembranen begrenzt

Einige Zellorganellen haben eine besondere Bedeutung für den Organismus

Die Forschung an Stammzellen ist vielversprechend, aber ethisch umstritten (fakultativ)

Genetik – Variabilität führt zu Vielfalt

40 Prozent

Erbinformationen werden gespeichert, kopiert und weitergegeben

Die Vererbung mancher Merkmale kann ermittelt werden

Veränderung und Durchmischung von Genen führt zu Vielfalt (fakultativ)

Leitperspektive

Bis heute sind rund zwei Millionen Arten von Organismen bekannt. Diese unglaubliche Vielfalt zeigt trotz der Verschiedenartigkeit eine Übereinstimmung im Bau: Alle Lebewesen bestehen aus Zellen und Zellprodukten; das Wissen um Bau und Funktion von Zellen und Geweben sowie um die Transportmechanismen durch Biomembranen ist Grundlage für das Verständnis der komplexen Lebensvorgänge, die dann in der Hauptphase vertieft behandelt werden.

Viele Transportvorgänge benötigen Energie; diese wird in den Mitochondrien bereitgestellt. Somit erfüllen bestimmte Zellorganellen im Organismus ganz besondere Funktionen. Die genauere Betrachtung von Mitochondrien führt zur zentralen Rolle des ATP im Stoffwechsel; der Aufbau organischer Substanz durch Fotosynthese in den Chloroplasten wiederum ist hierfür die notwendige Voraussetzung. Gesteuert werden alle Lebensvorgänge vom Zellkern, der im Lehrplan das Bindeglied darstellt zwischen der Zytologie und der Genetik.

Die Bedeutung der Zellen für unser Leben wird dann deutlich, wenn bestimmte Gewebe oder Organe irreparabel geschädigt sind und ersetzt werden müssen. Die Stammzellforschung bietet Hoffnung und neue Perspektiven, wirft jedoch auch ethische Fragen auf. Mit diesem die Zytologie abrundenden - fakultativen - Teilkapitel kann der Blick der Lernenden erweitert und insbesondere die Bewertungskompetenz in Bezug auf bioethische Fragestellungen geschult werden.

Im Themenfeld „Zytologie“ kommen die folgenden Basiskonzepte besonders zum Tragen:

- Struktur und Funktion: z. B. Vergleich tierischer und pflanzlicher Zellen und Gewebe,
- Stoff- und Energieumwandlung: z. B. Zellatmung, Fotosynthese,
- Steuerung und Regelung: z. B. Transportvorgänge durch die Biomembran,
- individuelle und evolutive Entwicklung: z. B. Endosymbiontentheorie, Zelldifferenzierung.

Vorbemerkungen

Das Mikroskopieren von Zellen und Zellverbänden ist eine wesentliche Arbeitstechnik der Zytologie, und wichtige Grundlage für biologischen Erkenntnisgewinn. Daher soll zu Beginn der Unterrichtsreihe das Anfertigen von Präparaten und mikroskopischer Zeichnungen gezielt geübt werden. Praktisches Arbeiten bietet sich weiterhin an bei den Vorgängen der Diffusion und Osmose, die durch eine Reihe von sehr alltagsnahen „Küchenschrankversuchen“ erfahrbar gemacht werden; diese können auch als Hausaufgabenexperimente durchgeführt und dokumentiert werden, beispielsweise in Form von Fotoprotokollen oder Erklärvideos. Weitere Impulse für forschendes handlungsorientiertes Arbeiten finden sich in den Hinweisen und fakultativen Ergänzungen.

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 1 Eine kleine Geschichte der Zellen		
Z 1.1 Tierische und pflanzliche Zellen sind mit Hilfe des Lichtmikroskops zu unterscheiden.		
<p>a) Teilchenebene (Atom, Ion, Molekül), Zelle, Gewebe, Organ, Organismus, Population, Ökosystem</p> <p>b) Vergrößerung</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>a) unterscheiden die Ebenen biologischer Systeme und schließen anhand der Kennzeichen des Lebendigen auf die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit aller Lebewesen,</p> <p>b) wenden die Methode des Mikroskopierens sachgerecht und gezielt an,</p> <p>c) zeichnen tierische und pflanzliche Zellen anhand selbst hergestellter mikroskopischer Präparate.</p>	<p>a) Bau und Funktionsweise des Lichtmikroskops sollten aus Klassenstufe 5 bekannt sein; wenn nötig, kann hier zunächst noch einmal mit Fertigpräparaten geübt werden. Ziel des Mikroskopierens ist ein Erkenntnisgewinn.</p> <p>b) z. B. Mikroskopieren von Zellen der eigenen Mundschleimhaut, angefärbt mit Methyleneblau, Zellen der Wasserpest (<i>Elo-dea canadensis</i> oder <i>densa</i>), Zellen der Zwiebelepidermis.</p> <p>Das vergleichende Mikroskopieren weiterer Zellen bzw. Organismen kann hier eine interessante Erweiterung sein (z. B. Pilze, Pantoffeltierchen, Volvox).</p> <p>c) (und d) Ein genaueres Eingehen auf einzelne Organellen erfolgt an späterer Stelle.</p> <p>Basiskonzept Struktur und Funktion</p>

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 1 Eine kleine Geschichte der Zellen		
Z 1.1 Tierische und pflanzliche Zellen sind mit Hilfe des Lichtmikroskops zu unterscheiden.		
d) (und e) Cytoplasma, Zellmembran, Zellkern, endoplasmatisches Retikulum/ER, Ribosomen, Mitochondrium, Chloroplast, Vakuole, Zellwand	Die Schülerinnen und Schüler d) vergleichen ihre Zeichnungen mit licht- und elektronenmikroskopischen Abbildungen tierischer und pflanzlicher Zellen, e) beschreiben vergleichend den Bau tierischer und pflanzlicher Zellen und geben die grundlegenden Funktionen der Bestandteile an.	d) Auf die genaue Funktion des Elektronenmikroskops muss hier nicht näher eingegangen werden.
Z 1.2 Die Evolution des Lebens begann mit Bakterien		
a) Zellwand, Zellmembran, Zellplasma/Cytoplasma, ringförmige DNA, Ribosomen, pigmenttragende Strukturen	Die Schülerinnen und Schüler a) skizzieren und beschreiben den Bau eines Cyanobakteriums, b) vergleichen Pro- und Eukaryoten in tabellarischer Form,	a) Die vergleichende Abgrenzung von lebenden Zellen zu Viren ist zusätzlich möglich.
c) Mikrobiom, Biotechnologie, Bakterieninfektionen	c) erläutern die Bedeutung der Prokaryoten für den Menschen.	c) Es ist wichtig, die Fehlvorstellung auszuräumen, dass Bakterien v. a. Krankheitserreger seien. Möglicher Exkurs: Antibiotika

Inhalte / Basisbegriffe	Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Fakultativ Z 2: Struktur und Funktion von Zellen und Zellverbänden: Praktikum		
<i>Z 2.1 Die meisten Zellen sind auf bestimmte Aufgaben spezialisiert.</i>		
a) Nervenzelle, Muskelzelle, Drüsenzelle, Differenzierung, Spezialisierung	Die Schülerinnen und Schüler a) beschreiben mikroskopische Präparate bzw. Abbildungen differenzierter Zellen und schließen anhand der Strukturen auf ihre jeweilige Funktion.	a) Nervenzellen können z. B. durch Quetschpräparate von Gehirngewebe (Schweinehirn) und Anfärben mikroskopisch sichtbar gemacht werden.
<i>Z 2.2 Zellverbände sind in ihrer Struktur an bestimmte Funktionen angepasst</i>		
a) obere und untere Epidermis, Spaltöffnungen/Stomata, Schließzellen	Die Schülerinnen und Schüler a) mikroskopieren Flächenschnitte der oberen und unteren Epidermis eines Laubblattes und leiten von den beobachteten Strukturen die entsprechenden Funktionen ab, b) untersuchen Struktur- und Funktionszusammenhänge anhand geeigneter mikroskopischer Präparate.	a) mögliche Vorentlastung für die Hauptphase: Gut hierfür geeignet sind die etwas dickeren Blätter von Christrose (<i>Helianthus annuus</i>) oder Efeu (<i>Hedera helix</i>) Puzzlestruktur → Stabilität; Spaltöffnungen nur in unterer Epidermis → Gasaustausch, Verdunstungsschutz b) Ein geeignetes Beispiel für einen Struktur-Funktionszusammenhang ist das Brennhaar einer Brennnessel, das leicht zu mikroskopieren ist. Erkennbar ist dabei die Sollbruchstelle, aus der bei Berührung die brennende Flüssigkeit (u. a. Ameisensäure) austritt.

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
-------------------------	-----------------------------------	-------------------------

Z 2: Struktur und Funktion von Zellen und Zellverbänden: Praktikum

Z 2.2 Zellverbände sind in ihrer Struktur an bestimmte Funktionen angepasst.

Die Schülerinnen und Schüler

c) unterscheiden anhand mikroskopischer Abbildungen verschiedene Gewebetypen bei Tieren und Pflanzen und wenden das Basiskonzept Struktur und Funktion an.

c) Hier geht es nicht um ein reproduktives Auflisten bestimmter Gewebetypen, sondern um die Verdeutlichung biologischer Systemebenen sowie Struktur-Funktions-Zusammenhänge.

Z 3 Zellen und Organellen sind durch Biomembranen begrenzt

Z 3.1 Die Biomembran ist nicht statisch.

Die Schülerinnen und Schüler

b) Phospholipid, polar, hydrophil/lipophob, unpolar, hydrophob/lipophil

b) skizzieren und beschreiben ein Phospholipidmolekül als Grundbaustein der Biomembran,

a) einfacher Versuch zu Lipiden als Bausteinen der Biomembran: Rotkohlstreifen in Wasser bzw. Spülmittellösung

b) „Kopf-Schwanz-Modell“

c) Micellen

c) deuten (historische) Experimente zur Membranforschung und bilden Hypothesen zu Bau und Eigenschaften der Biomembran.

c) z. B. Ölfleck-Versuche, Gorter-Grendel-Versuch, Ionenfallenversuch

Inhalte / Basisbegriffe

Verbindliche Kompetenzerwartungen

Vorschläge und Hinweise

Z 3 Zellen und Organellen sind durch Biomembranen begrenzt

Z 3.1 Die Biomembran ist nicht statisch.

<p>d) Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Kanalprotein, Transportprotein/Carrier</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>d) erläutern die Bedeutung der Proteine und deren Struktur für die Transportfunktion durch die Membran,</p>	<p>d) Basiskonzept Struktur und Funktion</p> <p>Auf die Funktion der Kohlenhydrate als Membranbestandteile kann zusätzlich eingegangen werden (Zellerkennung durch Rezeptoren, z. B. Antigene auf Erythrocyten); ebenso auf die Bedeutung von Cholesterin für die Funktionalität der Membran.</p>
<p>e) Doppellipidschicht, periphere und integrale Proteine, Transmembranproteine, Tunnelproteine/Kanalproteine</p>	<p>e) stellen einen Ausschnitt einer Biomembran modellhaft dar,</p>	<p>e) (und f) Es bietet sich an, die Biomembran nicht nur zu skizzieren, sondern ggfs. auch eigene Modelle konzipieren und basteln zu lassen und hieran die Kompetenz der Modellkritik zu trainieren.</p>
<p>f) Sandwich-Modell, Flüssig-Mosaik-Modell, Lipid-Floß-Modell</p>	<p>f) vergleichen verschiedene Membranmodelle und beurteilen deren Plausibilität,</p>	
<p>g) Kompartimentierung, Organellen, Reaktionsräume</p>	<p>g) erklären die Bedeutung der Kompartimentierung für die Funktion der Zelle und leiten daraus die Notwendigkeit zum Stofftransport durch Membranen ab.</p>	

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 3 Zellen und Organellen sind durch Biomembranen begrenzt		
Z 3.2 Biomembranen sind selektiv permeabel.		
	Die Schülerinnen und Schüler	
a) Diffusion, Diffusionsgeschwindigkeit, Konzentrationsgefälle, Brownsche Molekularbewegung, Konzentrationsausgleich, Temperatur	a) werten einen einfachen Versuch zur Diffusion aus,	a) z. B. Tintentropfen oder Methylenblau auf Wasser in Petrischale (auf Overhead), Teebeutel in Wasser → Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit von Temperatur und mechanischer Durchmischung
b) Osmose = Diffusion durch eine semipermeable/selektiv permeable Membran	b) erläutern die selektive Permeabilität der Zellmembran und unterscheiden Diffusion und Osmose,	
	c) führen einen einfachen Versuch zur Osmose durch und werten ihn aus,	c) einfache „Küchenschrankversuche“ mit Alltagsbezug, z. B. Wasseraustritt aus einer Gurkenscheibe nach Bestreuen mit Salz/Zucker, Volumenveränderung von Kartoffelstäbchen in unterschiedlich konzentrierten Lösungen
d) hypertonische (= hypertone) Lösung, hypotonische (= hypotone), isotonische (= isotone) Lösung, osmotischer Druck, Turgor	d) werten einen Versuch zur Plasmolyse und Deplasmolyse von Zellen aus.	d) nach Möglichkeit eigene Durchführung des Versuchs, z. B. mit Epidermiszellen der roten Küchenzwiebel

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 3 Zellen und Organellen sind durch Biomembranen begrenzt		
Z 3.2 Biomembranen sind selektiv permeabel.		
<p>e) Osmoregulation, physiologische Kochsalzlösung</p> <p>f) passiver Transport, einfache Diffusion, erleichterte Diffusion, Kanal (Bsp. Aquaporine), kanalvermittelte Diffusion, Carrier, carriervermittelte Diffusion, Konzentrationsgefälle, Ladungsgefälle, aktiver Transport, Energiezufuhr, ATP, Cotransport, Symport, Antiport</p> <p>g) (rezeptorvermittelte) Endocytose, Phagozytose, Exocytose</p> <p>h) Vesikel, Lysosom, Sekretstoffe</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>e) erläutern Beispiele für osmotische Vorgänge in Organismen,</p> <p>f) unterscheiden passive und aktive Transportvorgänge durch die Membran und ordnen sie entsprechenden Beispielen und Abbildungen zu,</p> <p>g) stellen die Vorgänge der Endocytose und Exocytose auch mittels einer Skizze dar,</p> <p>h) geben die biologischen Funktionen der Endo- und Exocytose an.</p>	<p>e) Beispiele: Platzen von reifen Kirschen bei Regen; Osmoregulation bei Süßwasser- bzw. Salzwasserfischen, Halophyten, Meeresvögeln, Pantoffeltierchen; Wassertransport in Pflanzen, Blattbewegungen</p> <p>f) z. B. Resorption von Glukose, Schleimproduktion an Epithelzellen der Bronchien; die Funktionsweise der Natrium-Kalium-Pumpe bietet sich als Anwendung an (Vorentlastung für Hauptphase). Möglich: Unterscheidung von primär und sekundär aktivem Transport</p> <p>g) Aufnahme von Nahrungspartikeln, Ausschleusen neu synthetisierter Proteine und Sekrete (z. B. Verdauungsenzyme, Hormone) aus der Zelle; „Entsorgung“ alter oder beschädigter Zellorganellen Formulieren von Hypothesen zur Begründung der Endosymbiose; die nähere Betrachtung der Chloroplasten und Mitochondrien liefert Indizien zum Beweis → Theorie</p>

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 4 Einige Zellorganellen haben eine besondere Bedeutung für den Organismus		
Z 4.1 Mitochondrien liefern die Energie für Transportvorgänge und mehr.		
<p>a) Mitochondrien, Energiebedarf</p> <p>b) äußere Mitochondrienmembran, innere Mitochondrienmembran, Oberflächenvergrößerung, Cristae, Matrix, mitochondriale DNA, Ribosomen</p> <p>c) Adenin, Ribose, Phosphatgruppe, Adenosintriphosphat (ATP), Adenosindiphosphat (ADP), Hydrolyse</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>a) schließen aus Daten zur Anzahl von Mitochondrien in verschiedenen Zellen/Geweben auf deren Funktion als „Kraftwerke“ der Zelle,</p> <p>b) skizzieren den Bau eines Mitochondriums und benennen die Strukturen, die als Beweis für die Endosymbiontentheorie gelten,</p> <p>c) stellen die Struktur des ATP-Moleküls schematisch dar und erläutern das Prinzip der Energieübertragung durch Hydrolyse von ATP.</p>	<p>a) Besonders viele Mitochondrien befinden sich in Zellen mit hohem Energiebedarf: Muskelzellen, Nervenzellen, Sinneszellen und Eizellen. In Herzmuskelzellen erreicht der Volumenanteil von Mitochondrien 36 %.</p> <p>b) Basiskonzept Struktur und Funktion, Prinzip der Oberflächenvergrößerung</p> <p>c) Hier genügen Symbole; das Angeben von Strukturformeln ist nicht nötig (allerdings sollte das Molekül ATP anhand einer gegebenen Strukturformel erkannt werden und die auftretenden Atomarten benannt werden können); die Phosphatgruppe kann durch P_i oder ein eingekreistes P dargestellt werden.</p> <p>Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung</p>

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 4 Einige Zellorganellen haben eine besondere Bedeutung für den Organismus		
Z 4.1 Mitochondrien liefern die Energie für Transportvorgänge und mehr.		
<p>d) kataboler und anaboler Stoffwechsel, endergonisch, exergonisch, Hydrolyse, Kondensation</p> <p>e) Dissimilation, heterotroph</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>d) stellen die Kopplung von Energie liefernden und Energie nutzenden Reaktionen durch ATP/ADP schematisch dar,</p> <p>e) geben die Summgleichung der Zellatmung an und erklären deren Bedeutung als energieliefernder Vorgang.</p>	
Z 4.2 Chloroplasten ermöglichen die Fotosynthese.		
<p>a) Assimilation, autotroph, Summgleichung der Fotosynthese</p> <p>b) Sauerstoffkatastrophe, Sauerstoffanreicherung in der Atmosphäre, oxygene Fotosynthese</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>a) erläutern die Bedeutung der Fotosynthese als Grundlage für die Zellatmung und somit für die Biosphäre,</p> <p>b) erklären die Bedeutung der Cyanobakterien als erste zur oxygenen Fotosynthese fähige Organismen.</p>	<p>a) möglicher Einstieg: Deutung der historischen Experimente von van Helmont und von Priestley (Vorentlastung für Hauptphase)</p> <p>Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung</p> <p>b) Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <p>Die Uratmosphäre der Erde enthielt keinen Sauerstoff. Durch die oxygene Fotosynthese wurde Sauerstoff freigesetzt, der sich in Gesteinen, Wasser und schließlich in der Atmosphäre anreicherte. Hierdurch wurde die aerobe Dissimilation zur Energiegewinnung möglich.</p>

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Z 4 Einige Zellorganellen haben eine besondere Bedeutung für den Organismus		
Z 4.2 Chloroplasten ermöglichen die Fotosynthese.		
<p>c) äußere und innere Membran, Oberflächenvergrößerung, Thylakoide, Stroma, Grana, Thylakoidmembran, Chlorophyll, Stärkekorn, DNA, Endosymbiontentheorie</p> <p>d) Leukoplasten, Chromoplasten</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>c) skizzieren den Bau eines Chloroplasten, vergleichen diesen mit Cyanobakterien und Mitochondrien und geben Beweise für die Endosymbiontentheorie an,</p> <p>d) begründen das Vorhandensein von Chloroplasten für die Fotosynthese und nennen Beispiele für weitere Plastiden und deren Funktion,</p> <p>e) erläutern Beispiele der Umwandlung von Plastiden in lebenden Organismen.</p>	<p>c) Beweise für die Endosymbiontentheorie: Doppelmembran, ringförmige DNA, eigene Ribosomen</p> <p>d) Unterscheidung von fotosynthetisch aktiven und nicht aktiven Plastiden; mögliches Experiment: Mikroskopieren von Chromoplasten (Quetschpräparat aus roten bzw. gelben Paprika); fettlösliche Carotinoide sind in Chromoplasten gespeichert, während die wasserlöslichen Anthocyane in der Vakuole zu finden sind (Vergleich mit Präparat der roten Küchenzwiebel)</p> <p>e) z. B. Kartoffel im Licht, Reifung von Früchten, Färbung von Blütenblättern</p>

Inhalte / Basisbegriffe

Verbindliche Kompetenzerwartungen

Vorschläge und Hinweise

Z 4 Einige Zellorganellen haben eine besondere Bedeutung für den Organismus

Z 4.3 Der Zellkern steuert die Lebensvorgänge und die Differenzierung von Zellen.

a) Kerntransfer, Spenderzelle, Empfängerzelle, Klon, Erbsubstanz

Die Schülerinnen und Schüler

a) leiten aus den historischen Versuchen an Schirmalgen und Krallenfröschen die Bedeutung des Zellkerns als Träger der Erbsubstanz ab,

a) Versuche von Hämmerling an der Schirmalge *Acetabularia* (1930er Jahre) sowie von John Gurdon an Krallenfröschen (1966)

Basiskonzepte Steuerung und Regelung, individuelle und evolutive Entwicklung

b) Differenzierung

b) geben an, dass zwar jede Körperzelle eines Organismus das gleiche Erbgut enthält, Zellen dennoch unterschiedlich differenziert sind.

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
<p>Z 5 Die Forschung an Stammzellen ist vielversprechend, aber ethisch umstritten</p>		
<p><i>Z 5.1 Mit Hilfe von Stammzellen können Gewebe, Organe oder sogar Organismen hergestellt werden.</i></p>		
<p>a) <i>totipotent, multipotent, pluripotent, embryonale vs. adulte Stammzellen, Stammzellforschung, Stammzellspende, Embryonenschutzgesetz</i></p> <p>b) <i>therapeutisches vs. reproduktives Klonen, Kerntransfer</i></p>	<p><i>Die Schülerinnen und Schüler</i></p> <p>a) <i>unterscheiden verschiedene Arten von Stammzellen und beurteilen deren Bedeutung für Organismus, Medizin und Forschung,</i></p> <p>b) <i>diskutieren und bewerten Chancen und ethische Fragestellungen zu Stammzellforschung und Stammzellspende,</i></p> <p>c) <i>unterscheiden und bewerten die Verfahren des reproduktiven sowie des therapeutischen Klonens.</i></p>	<p>b) <i>Hier bietet sich die Diskussion konkreter Fallbeispiele an. Filmtipps: „Beim Leben meiner Schwester“ (Spielfilm, 2009), „Blutsgeschwister“ (Doku-Serie, 2021); ggfs. aktuelle authentische Aufrufe zur Stammzellspende; Möglichkeit der Registrierung als Knochenmarkspender</i></p> <p>c) <i>mögliche Perspektiven des therapeutischen Klonens: Heilung degenerativer Krankheiten durch Ersatz von Geweben oder ganzen Organen als Alternative zur Organspende</i></p>

Leitperspektive

Die Genetik verknüpft die Systemebene der Zelle mit der Ebene der beobachtbaren Phänomene auf Ebene von Populationen: Vielfalt von Merkmalen ist auf genetische Variabilität zurückzuführen, welche durch zelluläre bzw. molekulare Prozesse zu erklären sind.

Im Sinne eines Spiralcurriculums begleitet die Genetik die Schülerinnen und Schüler ab der Mittelstufe über die Einführungsphase bis in die Hauptphase. Im letzten Jahr der Sek. I haben sie sich mit der Chromosomentheorie der Vererbung beschäftigt und bereits einfache, beobachtbare Erbgänge durch das Vorhandensein dominanter und rezessiver Merkmale erklärt. Dies wird nun wieder aufgegriffen und weitergeführt bis auf die molekulare Ebene der Gene und deren Struktur. Die bereits auf Chromosomenebene bekannten Kernteilungsvorgänge werden nun durch den Prozess der Replikation auch auf molekularer Ebene verständlich.

Molekulargenetische Erkenntnisse und Forschungen beeinflussen unsere Gesellschaft zunehmend und erfordern eine fachlich fundierte Beurteilungs- und Bewertungskompetenz. Gentechnisch veränderte Lebensmittel, die Entwicklung des mRNA-Impfstoffs gegen Corona, genetische Dispositionen für verschiedene Erkrankungen - dies sind nur einige Beispiele dafür, dass die Genetik auch die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler betrifft. Die Präimplantationsdiagnostik als gesellschaftspolitisch besonders kontrovers diskutiertes Thema der letzten Jahre ermöglicht im Rahmen dieses Themenfelds das Einüben des Umgangs mit Werten und Normen und einen Perspektivwechsel. Im Themenfeld „Genetik“ kommen die folgenden Basiskonzepte besonders zum Tragen:

- Struktur und Funktion: z. B. Bau der DNA als Grundlage der Replikation,
- Steuerung und Regelung: Enzymatische Steuerung der DNA-Replikation,
- Individuelle und evolutive Entwicklung: Meiose als Grundlage für die Entstehung genetischer Variabilität; Endosymbiontentheorie, Zelldifferenzierung

Vorbemerkungen

Gemäß den Bildungsstandards für die Sekundarstufe II sind die Familienstammbäume und die daraus ableitbaren Erbgänge relevant für die Abiturprüfung. Im Sinne einer Entlastung für die Hauptphase und gemäß der Progression innerhalb des Themenfelds Genetik werden diese bereits in der Einführungsphase unterrichtet und in der Hauptphase gegebenenfalls wiederholt.

Auch das Arbeiten mit Experimenten und Modellen (z. B. Extraktion und Modellieren von DNA) kann die Hauptphase entlasten bzw. auf diese vorbereiten.

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
G 1 Erbinformationen werden gespeichert, kopiert und weitergegeben		
G 1.1 Die Erbinformationen im Zellkern liegen in Form der DNA vor.		
	Die Schülerinnen und Schüler	
a) Histone, Nucleosomen, Chromosom, Chromatid, Chromatin, Schwesterchromatiden, Centromer, Arbeitsform, Transportform	a) unterscheiden unterschiedliche Verpackungsstufen der DNA im Zellkern,	
b) DNA, Nucleotid, Desoxyribose, Phosphat, Base (Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin), Komplementarität, Doppelhelix, Antiparallelität, 3'-Ende, 5'-Ende, Informationsspeicherung, Verdopplungsfähigkeit	b) erläutern die Struktur und Eigenschaften der DNA anhand eines einfachen Modells,	b) c), d) Progression zur Kursstufe: Hier ist noch keine vertiefte Betrachtung der molekularen Struktur (chemische Strukturformeln, Proteinbiosynthese) der DNA nötig.
	c) beschreiben ein Gen als Abschnitt der DNA, der eine Information codiert,	
d) Mutation, Genmutation	d) vergleichen die Basensequenzen mutierter und nicht mutierter Gene und leiten Genmutationen als Veränderung dieser Sequenzen ab,	d) Hier ist eine Betrachtung des Phänomens einer Mutation ausreichend. Auf Mutagene und konkrete Folgen von Mutationen für die Proteinbiosynthese muss hier noch nicht eingegangen werden.
e) Genprodukt	e) beschreiben den Zusammenhang zwischen Gen, Genprodukt und Merkmal an einem Beispiel.	e) vereinfachte Darstellung; keine Betrachtung der Genwirkkette (Diese erfolgt erst in der Hauptphase.)

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
G 1 Erbinformationen werden gespeichert, kopiert und weitergegeben		
G 1.2 Enzyme werden durch Gene codiert.		
a) Biokatalysator	Die Schülerinnen und Schüler a) erklären die allgemeine Funktion von Enzymen,	a) b), c) Progression zur Kursstufe: Hier ist eine phänomenologische Betrachtung sinnvoll, die im Rahmen einer Doppelstunde stattfinden kann. Als allgemeine Funktion genügt daher zunächst die Herabsetzung der Aktivierungsenergie zum Ermöglichen von Stoffwechselfvorgängen bei Körpertemperatur.
b) Melanin	b) erklären die Bedeutung von Enzymen bei der Merkmalsausprägung an einem Beispiel,	b) z. B. Beteiligung des Enzyms Tyrosinase bei der Synthese des Farbstoffs Melanin (bei Fehlen: Albinismus)
c) Enzym, aktives Zentrum, Protein, Peptid, Schlüssel-Schloss-Prinzip	c) leiten den allgemeinen Bau von Enzymen aus Abbildungen und Modellen ab.	

Inhalte / Basisbegriffe

Verbindliche Kompetenzerwartungen

Vorschläge und Hinweise

G 1 Erbinformationen werden gespeichert, kopiert und weitergegeben

G 1.3 Enzyme sind auch an der Vervielfältigung der DNA beteiligt.

<p>a) Topoisomerase, Helikase, Primase, Primer, DNA-Polymerase, Ligase, Leitstrang, Folgestrang, kontinuierlich, diskontinuierlich, Okazaki-Fragmente</p> <p>b) Mitose, Zentriol, Teilungsspindel, Äquatorialebene, Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase, Tochterzelle, Zellkern, diploider Chromosomensatz, Chromosom, Einchromatidchromosom, Zweichromatidchromosom, Centromer, Chromatid, Chromatin</p> <p>c) Interphase, Zellzyklus, Cytokinese, G-Phase, S-Phase</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <p>a) erläutern den Prozess der Replikation,</p> <p>b) erklären, wie durch Mitose Tochterzellen mit identischem Erbgut entstehen,</p> <p>c) beurteilen die Bedeutung der Replikation für den Zellzyklus.</p>	<p>a) Im Sinne der didaktischen Reduktion wird hier noch auf die Differenzierung von DNA und RNA verzichtet; man sollte aber darauf hinweisen, dass die Primer aus RNA-Nukleotiden bestehen, die dann durch DNA-Nukleotide ausgetauscht werden.</p> <p>c) Zusammenhang Replikation – Zellzyklus (Synthesephase)</p>
---	--	---

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
G 1 Erbinformationen werden gespeichert, kopiert und weitergegeben		
G 1.4 Durch Meiose entsteht genetische Vielfalt.		
a) haploider Chromosomensatz, homologes Chromosomenpaar, Körperzelle, Keimzelle/Gamet, Eizelle, Spermienzelle, geschlechtliche Fortpflanzung, Befruchtung, Zygote, Meiose, 1. und 2. Reifeteilung, Prophase I, Metaphase I, Anaphase I, Telophase I, Prophase II, Metaphase II, Anaphase II, Telophase II, Rekombination, Crossing-over, Äquatorialebene, Gen, Allel, Allelkombination, Merkmalskombination b) Mitose, Meiose, Zellen der Keimbahn, somatische Zellen	Die Schülerinnen und Schüler a) erklären wie durch Meiose unterschiedliche Tochterzellen entstehen, b) beurteilen die Bedeutung der unterschiedlichen Kernteilungen für den Körper und die Vererbung.	a) Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung
G 2 Die Vererbung mancher Merkmale kann ermittelt werden		
G 2.1 Die Vererbung von Merkmalen lässt sich in Stammbäumen darstellen.		
a) Merkmalsträger/Merkmalsträgerin	Die Schülerinnen und Schüler a) beschreiben Stammbäume als Möglichkeit Merkmale innerhalb einer Familie über mehrere Generationen systematisch zu erfassen.	

Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
G 2 Die Vererbung mancher Merkmale kann ermittelt werden		
G 2.1 Die Vererbung von Merkmalen lässt sich in Stammbäumen darstellen.		
c) Phänotyp, Genotyp, Gen, Allel, homozygot, heterozygot, dominant, rezessiv, homologe Chromosomen	Die Schülerinnen und Schüler b) erstellen Familienstammbäume zu beobachteten Merkmalen, c) wenden die Chromosomentheorie der Vererbung auf Familienstammbäume an.	b) z. B. Zungenroller, Witwenspitz
G 2.2 Aus Stammbäumen können Erbgänge abgeleitet werden.		
b) dominant-rezessive Erbgänge, autosomal, gonosomal, Konduktor/Konduktorin	Die Schülerinnen und Schüler a) erklären an Erbgängen die Ausprägung des Phänotyps und die Vererbung dieser Merkmale über den Genotyp, b) analysieren Familienstammbäume und leiten mögliche Erbgänge nach dem Ausschlussprinzip ab.	a) monohybride Erbgänge, induktive Erarbeitung der Vererbungsregeln; historischer Zugang über Mendel nicht nötig, aber möglich b) z. B. Kurzfingerigkeit, Albinismus, Rot-Grün-Schwäche, Bluterkrankheit

Inhalte / Basisbegriffe

Verbindliche Kompetenzerwartungen

Vorschläge und Hinweise

G 2 Die Vererbung mancher Merkmale kann ermittelt werden

G 2.3 Genetisch bedingte Krankheiten können schwerwiegende Folgen haben.

Die Schülerinnen und Schüler

- a) recherchieren kriteriengeleitet unterschiedliche Erbkrankheiten,
- b) präsentieren ihre Ergebnisse mittels geeigneter und selbst gewählter (digitaler) Methoden,
- c) diskutieren und bewerten das Verfahren der Präimplantationsdiagnostik (PID) an Fallbeispielen.

- a) Beachten des Unterschieds zwischen Erbkrankheiten und genetisch bedingten Krankheiten

Inhalte / Basisbegriffe	Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
Fakultativ G 3 Veränderung und Durchmischung von Genen führt zu Vielfalt		
<i>G 3.1 Durch Mutationen und Rekombination entsteht genetische Variabilität.</i>		
Inhalte / Basisbegriffe	Verbindliche Kompetenzerwartungen	Vorschläge und Hinweise
	<i>Die Schülerinnen und Schüler</i>	
a) <i>Genotyp, Phänotyp</i>	a) <i>beurteilen die Auswirkungen von Mutationen für die Entstehung genetischer Variabilität,</i>	
b) <i>Meiose, Rekombination, Crossing-over</i>	b) <i>erläutern die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung für die Entstehung neuer Allel- und Merkmalskombinationen.</i>	b) <i>Vor- und Nachteile der sexuellen Fortpflanzung im Vergleich zur vegetativen Vermehrung durch Mitose</i> <i>Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung</i>
<i>G 3.2 Die natürliche Selektion ist der Motor der Evolution.</i>		
	<i>Die Schülerinnen und Schüler</i>	
a) <i>Konkurrenz, Angepasstheit, Fortpflanzungs- und Selektionsvorteile, Überproduktion, Variabilität, Selektion, Art, Artwandel, Artenvielfalt, Biodiversität</i>	a) <i>erläutern den Prozess der natürlichen Selektion und dessen Bedeutung für die Entstehung von Artenvielfalt und Biodiversität,</i> b) <i>bewerten die Notwendigkeit des Erhalts der Biodiversität für den Fortbestand des Lebens auf der Erde.</i>	a) <i>Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung</i>

Anhang

Operatoren für das Fach Biologie

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

ableiten, schließen auf	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
aufstellen, formulieren	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntes Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, benennen, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These 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 nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
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
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen und beschriften
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen