

Schulinternes Fachcurriculum Biologie – Sekundarstufe II (Stand: Januar 2022)

Inhalt

I Lernausgangslage und Kompetenzentwicklung	3
II Didaktische Leitlinien	3
III Bereichsspezifische Kompetenzbereiche	4
IV Basiskonzepte	6
V Anforderungsniveaus im Fach Biologie in den verschiedenen Profilen	6
V Verteilung der Fachinhalte und bereichsspezifische Kompetenzen mit Zuordnung der Basiskonzepte über die Jahrgänge 11 bis 13	7
VI Verteilung der Schwerpunktthemen in der Sekundarstufe II	7
Lehrwerke in der Sekundarstufe II	8
Konkretisierung der Schwerpunkte in Klasse 11	9
Evolutionsökologischer Einführungskurs (sechswöchig)	9
Arbeitsschwerpunkt 1: Zellbiologie	10
Teilschwerpunkt A: Die Evolution der Zelle	10
Teilschwerpunkt B: Biomembranen	11
Arbeitsschwerpunkt 2: Stoffwechselphysiologie	12
Teilschwerpunkt A: Enzymatik	12
Teilschwerpunkt B: Fotosynthese	13
Teilschwerpunkt C: Zellatmung	14
Konkretisierung der Schwerpunkte in Klasse 12	15
Arbeitsschwerpunkt 1: Genetik	15
Teilschwerpunkt A: Grundlagen der Molekulargenetik, Gentechnik und Bioethik	15
Teilschwerpunkt B: Entwicklungs- und Humangenetik	17
Arbeitsschwerpunkt 2: Ökologie	18
Teilschwerpunkt A: Die ökologische Nische als komplexes Modell	18
Teilschwerpunkt B: Populationsökologie	19
Teilschwerpunkt C: Aufbau und Merkmale von Ökosystemen, Nachhaltigkeit	20
Konkretisierung der Schwerpunkte in Klasse 13	21
Arbeitsschwerpunkt 1: Evolution	21

Teilschwerpunkt A: Die synthetische Theorie der Evolution und Artbildung	21
Teilschwerpunkt B: Belege der Evolution, Humanevolution und Schöpfung	23
Arbeitsschwerpunkt 2: Neurobiologie	24
Teilschwerpunkt A: Nervensystem und Signalübertragung	24
Teilschwerpunkt B: Verhalten und Kognition	25
VI Umgang mit Fachsprache	26
VII Leistungsmessung und Leistungsbewertung	26
Sonstige Unterrichtsbeiträge	26
Klassenarbeiten	27
Punkteabzug in Klassenarbeiten bei gravierenden Mängeln im Elementarbereich	28
Endzensur	29
Die mündliche Abiturprüfung	29
VIII Differenzierung, Förderung	30
IX Evaluierung und Weiterentwicklung	30

I Lernausgangslage und Kompetenzentwicklung

Grundlage für das Lernen im Fach Biologie in der Oberstufe sind die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler (vgl. Schulinternes Fachcurriculum Biologie Sekundarstufe I), die in der Oberstufe vertieft und differenziert werden. Da schon in der Sekundarstufe I die Basiskonzepte der EPA1 der Strukturierung der Fachinhalte dienen, kann beim Übergang in die Oberstufe und bei der Hinführung zum Abitur mit diesen Basiskonzepten kontinuierlich weitergearbeitet werden. Ziel ist es, wissenschaftspropädeutisches Arbeiten einzuüben und so die Studierfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen.

II Didaktische Leitlinien

Die vier didaktischen Leitlinien der Sekundarstufe I gelten auch in der Oberstufe und sollen die entwickelten Kompetenzen der Schüler und Schülerinnen wie folgt erweitern:

1. Die inhaltliche didaktische Leitlinie ist weiterhin die **Evolutionstheorie**: „Mit Eintritt in die gymnasiale Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler über ein grundlegendes Verständnis evolutiver Zusammenhänge verfügen. Ihre Vorstellungen zur Evolution werden in der Oberstufe durch Elemente der Populationsgenetik und der Molekularbiologie präzisiert. Es wird so eine Brücke vom klassischen Evolutionsbegriff nach Darwin hin zur synthetischen Evolutionstheorie geschlagen. Vorstellungen von Evolutionsprozessen auf Ebene von Individuen werden auf die Populationsebene, die zelluläre und molekulare Ebene erweitert.“
2. Eine zweite didaktische Leitlinie stellt das **Erlernen und Vertiefen biologischer Denk- und Arbeitsweisen** dar, die von Beginn der Sekundarstufe I bis zum Ende der Oberstufe kumulativ im Biologieunterricht entwickelt werden (Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung). Dies schließt das grundlegende Erfassen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsweise ein: „In der Oberstufe sollen die angewendeten Verfahren einen höheren Abstraktionsgrad besitzen und verstärkt wissenschaftspropädeutisches



Arbeiten ermöglichen. Zentral ist dabei die explizite Thematisierung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Der Umgang mit Modellen sowie kriterienorientiertes Vergleichen und Ordnen müssen neben dem Experimentieren fester Bestandteil des Unterrichts sein. Die selbstständige Handhabung biologischer Denk- und Arbeitsverfahren muss im Unterricht angestrebt und ermöglicht werden. In diesem Zusammenhang spielen soziale Kompetenzen mit Blick auf eine zukünftige Berufsfähigkeit und eine gesellschaftliche oder politische Mitwirkungsfähigkeit eine wichtige Rolle.“

3. Darüber hinaus sind als dritte Leitlinie **das Vermitteln naturwissenschaftlicher Repräsentationsformen** und das Einüben ihrer Anwendung als Grundlage für die Kommunikation biologischer Sachverhalte für den Unterricht leitend (Kompetenzbereich Kommunikation): „Das Aufarbeiten wissenschaftlicher Daten und deren Repräsentation ist Teil des naturwissenschaftlichen Arbeitens. Darüber hinaus muss die Nutzung dieser Repräsentationen zur fachgemäßen Kommunikation biologischer Fachinhalte eingeübt werden.“
4. Die vierte Leitlinie umfasst die Aufnahme normativer Fragestellungen in den Biologieunterricht, das heißt die **Vermittlung von Werten und Vorgehensweisen der sachlich begründeten Meinungsbildung** (Kompetenzbereich Bewertung). Der Umgang mit Werten wird im Fach Biologie an verschiedenen Themenfeldern in ethischen Analysen vermittelt und geübt: „Die Themenfelder aus der Sekundarstufe I bleiben in der Oberstufe gültig (vgl. Schulinternes Fachcurriculum Biologie Sekundarstufe I). Der Bezugspunkt der Bewertung verlagert sich von persönlichen Kriterien („*Wie würde ich entscheiden?*“) hin zu gesellschaftlichen und ethischen Aspekten („*Wie sollten wir als Gesellschaft entscheiden?*“).“

III Bereichsspezifische Kompetenzbereiche

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in der Oberstufe ermöglicht die Weiterentwicklung der in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen, die eine naturwissenschaftliche Grundbildung charakterisieren. Die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von prozess- und inhaltsbezogenen

Kompetenzen. Die prozessbezogenen Kompetenzen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sind daher untrennbar mit dem Fachwissen verbunden. Sie dienen zum einen der Entwicklung des Fachwissens und zum anderen stellen sie einen eigenen Lerngegenstand dar. Die Lernenden können in der Oberstufe verstärkt selbstständig Fachwissen gewinnen, indem sie naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden eigenständig anwenden (Erkenntnisgewinnung). Die Anwendung biologischer Denk- und Arbeitsverfahren bleibt Bestandteil des Biologieunterrichts. Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, Informationen sach- und fachbezogen zu erschließen sowie ihr erarbeitetes Wissen und ihre Erkenntnisse selbstständig aufzuarbeiten und adressatengerecht weiterzugeben (Kommunikation). Darüber hinaus können sie auf der Basis des erworbenen Wissens biologische beziehungsweise naturwissenschaftliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, diese bewerten und darauf aufbauend Entscheidungen treffen (Bewertung).

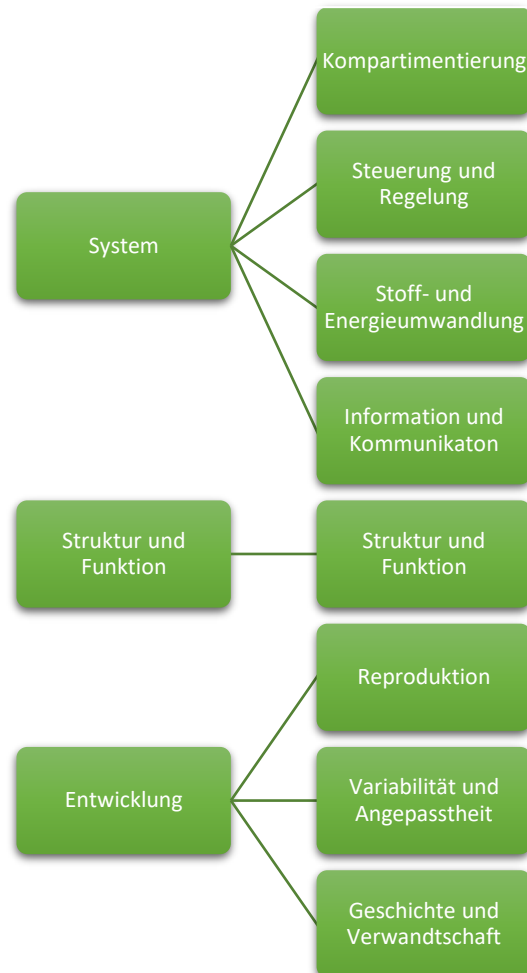
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> • biologisches Fachwissen systematisch aufbauen • Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten den Basiskonzepten zuordnen • Anwendung von Fachwissen zur Bearbeitung fachlicher Aufgaben und Probleme 	<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erkennen und anwenden • Untersuchungsmethoden, Modelle und Theorien nutzen • fachbezogene Lösungsstrategien entwickeln • die Bedeutung von Experimenten, Modellen und Theorien erfassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsquellen kritisch auswählen • Informationen sach- und fachbezogen erschließen • sachgerecht argumentieren • Fachsprache kompetent nutzen • Präsentationsformen adressatengerecht auswählen und verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • die gesellschaftliche Bedeutung der Biologie und der Naturwissenschaften erfassen • biologische bzw. naturwissenschaftliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten sachgerecht beurteilen • biologische bzw. naturwissenschaftliche Kenntnisse nutzen, um reflektierte Entscheidungen zu treffen

Übersicht zu den Kompetenzbereichen der KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss

IV Basiskonzepte

Die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit biologischem Fachwissen bezieht sich auf die Basiskonzepte. Dabei handelt es sich um grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte und Leitideen. Sie vernetzen die Vielfalt der Fachinhalte durch zentrale, aufeinander bezogene Begriffe und durch Theorien. Darüber hinaus erleichtern sie das Verständnis durch erklärende Modellvorstellungen. Die Basiskonzepte werden über alle Jahrgangsstufen hinweg in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und differenziert.

Sie bilden damit die übergeordneten Strukturen im Aufbau eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes, das zum Verständnis der Evolution grundlegend ist.



V Anforderungsniveaus im Fach Biologie in den verschiedenen Profilen

Die Fachanforderungen unterscheiden in der Einführungsphase (Kl. 11) nicht zwischen grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau. Sofern Biologie als profilgebendes Fach im jeweiligen Jahrgang des Gymnasiums Brunsbüttel in der Qualifikationsphase vertreten ist, findet der Unterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau statt. Die fachlichen Inhalte werden gegenüber dem grundlegenden Niveau stärker differenziert. Die Schülerinnen und Schüler gehen folglich mit komplexeren Fragestellungen um, welche eine stärkere Vernetzung ihres biologischen Wissens erfordert. Der kritische Umgang mit biologischen Begriffen, Modellen und Theorien nimmt einen größeren Raum ein.

In allen anderen Profilen wird auf grundlegendem Anforderungsniveau unterrichtet. Die Schülerinnen und Schüler erwerben eine wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung. Inhaltlich wird das Verständnis der Evolution durch Vernetzung der biologischen Fachinhalte vertieft.

V Verteilung der Fachinhalte und bereichsspezifische Kompetenzen mit Zuordnung der Basiskonzepte über die Jahrgänge 11 bis 13

In den nachfolgenden Tabellen wird die Verteilung der inhaltsbezogenen Kompetenzanforderungen über die Klassenstufen 11 bis 13 präzisiert. Den prozessbezogenen Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung und Kommunikation sind auch in der Oberstufe keine verbindlichen Fachinhalte zugeordnet. Die Fachinhalte, an denen die formulierten Kompetenzen erworben werden, ergeben sich aus der Gestaltung des Unterrichts. Die Themengebiete „*Gesundheits- und Sexualerziehung*“, „*Der Mensch als Teil der Biosphäre*“ sowie „*Medizin und Gentechnik*“ sind nach wie vor von so hoher Bedeutung, dass sie auch im prozessbezogenen Kompetenzbereich Bewertung verbindliche Fachinhalte darstellen. Für die Arbeit in der Oberstufe sind darüber hinaus besonders folgende Aspekte zu beachten, die in den jeweiligen Zuordnungstabellen in Form von Vorschlägen exemplarisch gezeigt werden:

- Zunahme der Komplexität der Lerngegenstände
- steigender Abstraktionsgrad der Fachinhalte
- höherer Grad an selbstständiger Arbeit
- zunehmender Einsatz quantitativer Verfahren
- verstärktes Einüben von Perspektivwechseln

VI Verteilung der Schwerpunktthemen in der Sekundarstufe II

Als Grundlage zur Vernetzung der Fachinhalte ist den Themen des Einführungsjahrgangs ein sechswöchiger evolutionsökologischer Einführungskurs vorgelagert, in welchem wesentliche evolutive Fachbegriffe und Zusammenhänge in komprimierter Form erarbeitet werden sollen.

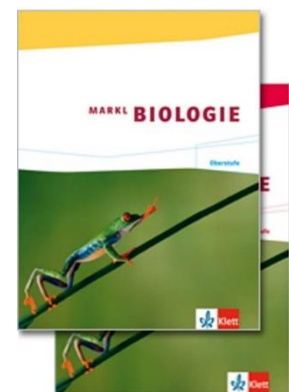
Die Halbjahresthemen Zellbiologie, Physiologie, Genetik, Ökologie, Evolution und Neurobiologie sollen in der nachfolgenden Tabelle als Grobraster dienen. Sie sind jeweils in Form von spezifischen Unterthemen ausdifferenziert.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Abfolge der einzelnen Unterrichtsthemen nicht bei profilgebendem und nicht profilgebendem Fach. Eine Differenzierung erfolgt über Erweiterung und Vertiefung einzelner Schwerpunkte.

	1. Halbjahr		2. Halbjahr	
Klasse 11 (E)	sechswöchiger evolutionsökologischer Einführungskurs	Zellbiologie	Stoffwechselphysiologie	
Klasse 12 (Q1)	Genetik		Ökologie	
Klasse 13 (Q2)	Evolution		Neurobiologie	

Lehrwerke in der Sekundarstufe II

Im Biologieunterricht der naturwissenschaftlichen Profile (sowohl bei Biologie als auch Chemie oder Physik als profilgebendem Fach) werden die Themenbände der „Grünen Reihe“ von Schroedel genutzt. Alle anderen Profile verwenden den Gesamtband „Markl Oberstufe“ von Klett. Diese Lehrwerke als Klassensätze werden durch weitere aktuelle Präsenzbestände ergänzt (z.B. Biosphäre Oberstufe, Linder etc.).



Evolutionsoökologischer Einführungskurs (sechswöchig)

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben die Biosphäre als eine Einheit immer kleiner werdender Kompartimente (Definition der Begriffe Biosphäre, Ökosystem, Population und Organismus) → K4 • ... erklären die Angepasstheit von Organismen an Umweltfaktoren, stellen die Angepasstheit anhand einer Toleranzkurve dar und benennen die Abschnitte einer Toleranzkurve (Toleranz, physiologische und ökologische Potenz, Optimum, Minimum, Maximum, Pessimum und Präferendum) • ... vergleichen stenöke und euryöke Organismen → VA4 • ... teilen Umweltfaktoren in abiotisch und biotisch ein (mit Beispielen) und vergleichen intra- und interspezifische Beziehungen am Beispiel Konkurrenz → VA4, VA5 • ... beschreiben die ökologische Nische als multidimensionales Modell, Einnischung als evolutionärer Prozess zur Angepasstheit von Struktur und Funktion → SF5 • ... erklären das Ordnungsystems der Lebewesen anhand phylogenetischer Verwandtschaftsmerkmale und differenzieren zwischen morphologischem und biologischem Artbegriff → GV7, GV9 • ... erklären und vergleichen die Evolutionstheorien nach Lamarck und Darwin, vertiefende Betrachtung der Theorie von Darwin (ökologische und reproduktive Fitness, „Survival of the fittest“, Abhängigkeit zwischen Variationsbreite und Selektion) → VA6 • ... erweitern Darwins Theorie um die molekulargenetischen Evolutionsfaktoren Mutation und Rekombination (vereinfachte Betrachtung) hin zur modernen synthetischen Evolutionstheorie, Wiederholung des Allelbegriffs und – daraus ableitend – Etablierung des Genpools → VA7 • ... erklären die Beeinflussung genetischer Variabilität durch die Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination und Selektion (genetische Drifts in Q2) → VA7
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben und deuten mathematische Darstellungsformen (Graphen, Datentabellen, Diagramme), vertiefen sie als eine Grundvoraussetzung für die Arbeit in der Oberstufe und als methodische Vorbereitung im Hinblick auf Klausuren und die Abiturprüfung (<i>Wie und in welcher Reihenfolge beschreibe ich eine Toleranzkurve? Welche Zusammenhänge entnehme ich den Graphen in einem Koordinatensystem? Welche fachsprachlichen Formulierungen eignen sich zum Beschreiben von Abbildungen?</i>) → Kk1, Kk4 <u>verbindlich einzuführende bzw. zu festigende Methode</u>
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Abbildungen und Diagrammtypen verwenden (z.B. Koordinatensysteme mit zwei y-Achsen) • mit Vorwissen und Alltagsvorstellungen arbeiten und kritisch hinterfragen (z.B. Evolution als Ergebnis des Handelns bzw. Strebens nach Vervollkommnung → Lamarck)

Arbeitsschwerpunkt 1: Zellbiologie

Teilschwerpunkt A: Die Evolution der Zelle

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none">• ... wiederholen das Prinzip einer immer kleiner werdenden Kompartimentierung (Organismus, Organsystem, Organ, Gewebe, Zelle, Organell) → K4• ... vergleichen kriteriengeleitet pro- und eukaryotische Zellen hinsichtlich Struktur und Funktion → SF4• ... beschreiben die Anpassungen einzelliger Eukaryoten (Fortbewegung, Nahrungsaufnahme bei Plasmodium o.ä.) und erklären deren stammesgeschichtliche Entwicklung mithilfe der Endosymbiontentheorie → SF4• ... beschreiben die Strukturen eukaryotischer Zellen über die lichtmikroskopische Ebene hinaus (ER, Dictyosomen, Lysosomen etc.) sowie deren spezifische Funktionen → SF2• ... vergleichen kriteriengeleitet Struktur und Funktion tierischer und pflanzlicher Zellen (keine vertiefende Behandlung der Stoffwechselprozesse, siehe Schwerpunkt 2) → SF2• ... benennen und beschreiben die unterschiedlichen Mitosephasen (Chromosomen als Träger des Erbguts) → R1• beschreiben die Bedeutung der Mitose als zentralen Wachstumsprozess mehrzelliger bzw. als Fortpflanzungsprozess einzelliger Organismen und erklären den Vorteil genetisch identischer Nachkommen bei einer stabilen Umwelt → R1• ... beschreiben Mechanismen der interzellulären Kommunikation durch Zell-Zell-Kontakte (Desmosomen, Gap Junctions etc.) → IK2
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none">• ... wiederholen Regeln des Mikroskopierens aus der Mittelstufe, Vorgehen beim Anfertigen von einfachen Frischpräparaten und Erstellen mikroskopischer Zeichnungen als Kernmethoden biologischer Erkenntnisgewinnung (Betrachten und Beobachten) → Eg3
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Strukturmodell Tierzelle• diverse zellbiologische Dauerpräparate• Arbeiten mit Analogien (Zelle als Fabrik, „Cell City“ o.ä.)

Teilschwerpunkt B: Biomembranen

Verbindliche Unterrichts-inhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen
 inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... beschreiben Lipide als struktur- und funktionsgebende Makromoleküle u.a. in Biomembranen (Struktur, Polarität und andere wesentliche Eigenschaften von Lipiden) sowie Struktur und besondere chemische Eigenschaften von Phospholipiden → **SF3**
- ... beschreiben Kohlenhydrate als struktur- und funktionsgebende Makromoleküle (Ketten- und Ringform, Mono-, Di- und Polysaccharide, Energiegewinnung und Zell-Zell-Erkennung → Glykolipide und Glykoproteine) → **SF3**
- ... beschreiben die Struktur einer Biomembran (z.B. Zellmembran) auf Grundlage des Flüssig-Mosaik-Modells und benennen die charakteristischen Teile einer Biomembran hinsichtlich Struktur und Funktion
- ... erkennen Biomembranen als Grundelemente der Zellkompartimentierung → **K1**
- ... erklären das physikalische Prinzip der Diffusion von Stoffen entlang eines Konzentrationsgefälles sowie die Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit von physikalischen Parametern → **K2**
- ... beschreiben Biomembranen als selektiv permeable Barrieren (Schutz- und Transportfunktion) → **K2**
- ... erklären die Wasseraufnahme bzw. -abgabe innerhalb von Zellen mittels Osmose und benennen verschiedene Milieuzustände innerhalb und außerhalb von Zellen als Ursache der Osmose
- ... erklären die Homöostase als grundlegenden Selbstregulationsprozess lebender Systeme und erläutern sie an einem Beispiel (z.B. Osmoregulation bei Fischen) → **SR 1**
- ... beschreiben Plasmolyse und Deplasmolyse als osmotische Regulationsmechanismen bei Pflanzen → **K2, SR1**
- ... beschreiben unterschiedliche Transportmechanismen an Biomembranen (passive und aktive Prozesse → Bedeutung der Funktion von Membranproteinen u.a. als Kanäle oder Carrier, ATP als Energieträger für Transportprozesse entgegen dem Konzentrationsgefälle, z.B. Protonenpumpen) → **SR1**
- ... beschreiben Mechanismen des Membranflusses für den intra- und interzellulären Transport von Stoffen (z.B. Endo- und Exocytose) → **K2**

Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)

- ... nutzen Alltagsphänomene zur Verdeutlichung biologischer Probleme, um das hypothesengeleitete Vorgehen zu trainieren (z.B. „Warum macht Dressing den Salat matschig? Welche Stoffe im Dressing führen zum Erschlaffen der Salatblätter?“), anschließendes Entwickeln von Untersuchungsdesigns und -methoden (z.B. Reihenversuche mit Salatblättern und Salz, Öl, Essig etc. → **Eg1-4**)

Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)

- Durchführung einfacher Diffusions- und Osmoseversuche (z.B. Wasser/Tinte, schrumpfende Pommes in salziger Lösung)
- Herstellen einfacher Membranmodelle zur Veranschaulichung des Flüssig-Mosaik-Modells

Arbeitsschwerpunkt 2: Stoffwechselphysiologie

Teilschwerpunkt A: Enzymatik

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none">• ... beschreiben Proteine als struktur- und funktionsgebende Makromoleküle (Aminosäuren als Bausteine der Proteine, Peptidbindungen, räumliche Strukturen von Proteinen als Ergebnis unterschiedlicher Bindungen und Wechselwirkungen, Denaturierung als Folge der Zerstörung dieser Bindungen und Wechselwirkungen durch äußere Einflüsse) → SF3• ... wiederholen den Energiebegriff (endergonische und exergonische Reaktionen, ATP als chemischer Energieträger in physiologischen Prozessen) → SE8• ... erklären das Herabsetzen der Aktivierungsenergie als Funktion von Biokatalysatoren in Organismen → SF3• ... stellen Enzyme als modellhafte Schemata mit spezifischen aktiven Zentren dar und erweitern diesen Modellcharakter auf Molekularebene (Zustandekommen der Struktur von Enzymen aufgrund der Tertiärstruktur von Proteinen) → SF3• ... beschreiben die Wirkungs- und Substratspezifität von Enzymen an Beispielen und teilen Enzyme in die sechs Klassen Oxidoreduktasen, Transferasen, Hydrolasen, Lyasen, Isomerasen, Ligasen ein• ... erklären den Einfluss der Faktoren Temperatur (auch RGT-Regel), pH-Wert und Substratkonzentration auf die Enzymaktivität → SR4• ... erklären die Bedeutung der Enzymregulation anhand der Wirkungsweisen verschiedener Enzymhemmungen → SR4• ... beschreiben die Bedeutung von Enzymen in Alltag (z.B. Waschmittel, Käseproduktion) und Technologie (z.B. aktuelle biotechnologische Forschungen, Medizin)
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none">• ... entwickeln Untersuchungsdesigns zur Überprüfung biologischer Fragestellungen (z.B. „Welche Faktoren beeinflussen die Aktivität von Enzymen?“, „Können Enzyme Reaktionen in jeder Umgebung katalysieren?“) und führen einfache Versuchsreihen durch (z.B. Katalaseversuch mit rohen/gekochten Kartoffeln, Denaturierungsversuche) → Eg3
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none">• enzymatische Nachweisreaktionen• Arbeiten mit Modellen und Simulationen (z.B. Schlüssel-Schloss-Prinzip)

Teilschwerpunkt B: Fotosynthese

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben die Fotosynthese als aufbauenden Stoffwechselprozess (autotrophe Assimilation) und geben Edukte und Produkte in Form von Wort- und Summgleichungen wieder → SE3 • ... beschreiben den Aufbau eines Laubblattes und vergleichen Licht- und Schattenblatt hinsichtlich der Anpasstheit an ihre Umwelt • ... erklären die Abhängigkeit der Fotosyntheseleistung von den Umweltfaktoren CO₂-Gehalt der Luft, Temperatur und Licht → VA4 • ... beschreiben den Aufbau der Chloroplasten und ordnen die Teilreaktionen der Fotosynthese den entsprechenden Kompartimenten zu • ... erklären die Eigenschaften fotoaktiver Pigmente und beschreiben Fotosysteme als Komplex aus Pigmenten und Membranproteinen • ... beschreiben auf Grundlage physikalischer Eigenschaften des Lichts (Wellenlängen etc.) unterschiedliche Absorptionsspektren fotoaktiver Pigmente • ... beschreiben die Primärreaktion auf einer Abstraktionsebene, die den Zusammenhang zwischen Fotolyse, Elektronentransportkette und ATP-Synthese logisch verknüpft und beschreiben in diesem Zuge NAD⁺, NADP⁺ und FAD als Elektronen- und Protonenüberträger → SE6 • ... erklären die Wirkungsweise der ATP-Synthase in der Thylakoidmembran → SE8 • ... beschreiben die Sekundärreaktion auf einer Abstraktionsebene, die die schrittweise Synthese der Glukose im Calvin-Zyklus übersichtlich abbildet → SE6 • ... erklären die zyklische Abhängigkeit der beiden Teilreaktionen und ordnen die in der Fotosynthesegleichung vorkommenden Stoffe ein • ... beschreiben Standortbedingungen, anatomische und physiologische Anpasstheiten bei C₄- und CAM-Pflanzen und ordnen deren Anpasstheiten im evolutionsbiologischen Kontext ein → VA4 • ... beschreiben an einem Beispiel Assimilationsprozesse, bei denen chemische Energie als Energiequelle dient (Chemosynthese) → SE4
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... wiederholen und festigen das Mikroskopieren und mikroskopische Zeichnen als zentrale Arbeitsmethoden → Eg3, Eg4 • ... verwenden Mess- und Laborgeräte sachgerecht zur Durchführung fotosynthetischer Nachweisversuche (z.B. CO₂- oder O₂-Messung, Dünnschicht-Chromatografie mit Blattpigmenten) → Eg4 • ... versprachlichen abstrakte Darstellungsformen (Reaktionsschemata, schematische Darstellungen der Fotosyntheseprozesse) zunehmend sicher → Kk4
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Alltagsvorstellungen als thematischer Einstieg (z.B. anhand historischer Versuche von Priestley oder van Helmont)

Teilschwerpunkt C: Zellatmung

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben die Zellatmung als aeroben abbauenden Stoffwechselprozess (Dissimilation) und geben Edukte und Produkte in Form von Wort- und Summgleichungen wieder → SE3 • ... erklären die Bedeutung von ATP als universell nutzbaren chemischen Energieträger für Stoffwechselprozesse → SE8 • ... beschreiben den Aufbau der Mitochondrien und ordnen die Teilreaktionen den (Zell-)Kompartimenten zu → SE5 • ... beschreiben die Teilreaktionen der Zellatmung auf einer Abstraktionsebene, die den schrittweisen Abbau der Glukose sowie die ATP-Synthese nachvollziehbar veranschaulicht, ohne dabei alle chemischen Zwischenprodukte (v.a. im Zitratzyklus) einzubeziehen → SE5 • ... erkennen Parallelen zwischen dem Prozess der Fotosynthese und der Zellatmung (Umkehr der Edukte und Produkte, Redoxsysteme, Protonengradienten, Aktivität der ATP-Synthase etc.) • ... beschreiben die alkoholische Gärung und die Milchsäuregärung als eine Form / Formen der anaeroben Dissimilation zur ATP-Gewinnung → SE7 • ... erklären den unterschiedlichen Energieumsatz bei aeroben und anaeroben Prozessen anhand der Energiebilanz der ATP-Synthese → SE7 • ... erklären die Zusammenhänge zwischen Fotosynthese und Zellatmung im ökologischen Kontext (Kohlenstoffkreislauf) • ... beschreiben und erklären die evolutive, zeitlich gestaffelte Entwicklung von Fotosynthese und Zellatmung → GV4
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... nutzen moderne Medien zur Erklärung und Präsentation biologischer Zusammenhänge (z.B. Stop-Motion-Clips zur vereinfachten Darstellung der Zellatmung) → Kk2 • ... planen einfache Versuche zum Nachweis von Gärungsprozessen (z.B. Hefe und Zucker) → Eg3
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Zusammenhänge auf sportphysiologischen Kontext (Muskeltypen, Energiebereitstellung in unterschiedlichen Belastungszuständen) v.a. im Sportprofil

Arbeitsschwerpunkt 1: Genetik

Teilschwerpunkt A: Grundlagen der Molekulargenetik, Gentechnik und Bioethik

Verbindliche Unterrichts-inhalte
und inhaltsbezogene Kompetenzen

inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... beschreiben asexuelle (Klonen) und parasexuelle Formen der Vermehrung (z.B. Konjugation) bei Bakterien am Beispiel des Modellorganismus *E. coli* → **R1**
- ... beschreiben die molekulare Struktur der DNA (Aufbau eines Nukleotids, Verkettung der Nukleotide, Zustandekommen der Helixstruktur, antiparallele Ausrichtung der Einzelstränge → *Watson-Crick-Modell*) und vergleichen sie mit der Struktur einsträngiger RNA → **SF3, SR5**
- ... beschreiben die einzelnen Komprimierungsschritte vom DNA-Strang zum Chromosom und benennen die Strukturen eines Chromosoms → **SR5**
- ... beschreiben den Chromosomensatz des Menschen und werten unterschiedliche Karyogramme aus
- ... erklären den Prozess der DNA-Replikation unter Einbeziehung aller relevanten Fachbegriffe (Replikationsenzyme, Leit- und Folgestrang, Primer, Okazaki-Fragmente etc.) und beschreiben Reparaturmechanismen zur Behebung von Replikationsfehlern → **SR5**
- ... beschreiben die Funktion von Genen (*Ein-Gen-Ein-Polypeptidhypothese*) und unterscheiden zwischen Gen und Allel
- ... beschreiben die Proteinbiosynthese als zentralen Prozess der Genexpression und erklären die Vorgänge der Transkription und Translation bei Pro- und Eukaryoten → **SR2**
- ... nennen und erläutern unterschiedliche Eigenschaften des genetischen Codes und leiten aus Gensequenzen codogener DNA-Stränge mRNA-Abschnitte und letztlich (mithilfe der Codesonne) Polypeptide ab → **IK2**
- ... beschreiben die Genregulation bei Prokaryoten als Steuerungsprozess der Genexpression am Beispiel des Operon-Modells und erklären mithilfe der Transkriptionsfaktoren die Genregulation eukaryotischer Zellen → **SR2**
- ... wiederholen in knapper Form die Mitose und ordnen Replikation, Proteinbiosynthese und Mitose den Phasen des Zellzyklus zu → **SR5**
- ... benennen verschiedene Formen von Mutagenen und erläutern deren Wirkung auf molekularer Ebene (z.B. Einbau von Basenanaloga)
- ... unterscheiden zwischen Genom-, Chromosomen-, Genmutationen und erläutern verschiedene Typen von Punktmutationen hinsichtlich struktureller Mechanismen (Insertion, Duplikation etc.) und funktioneller Konsequenzen (Missense-, Nonsense-, Rastermutationen) am Beispiel mutationsbedingter Krankheiten → **VA1**

	<ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben den Ablauf der Meiose zur Bildung von Spermien- und Eizellen und erläutern die inter- und intrachromosomale Rekombination (und Mutation) vor dem Hintergrund der genetischen Variabilität → VA1 • ... erläutern den Einfluss epigenetischer Faktoren auf die DNA an einem Beispiel (z.B. Methylierung von Basen als Modifikationsmuster) → SR3 • ... benennen Alltagssituationen, in denen Gentechnik eine zentrale Rolle spielt (z.B. transgene Pflanzen in der Landwirtschaft, Gentherapien bei Krankheiten) und erklären daran das Eingreifen des Menschen in die Evolution → VA12 • ... beschreiben ausgewählte Grundoperationen und Anwendungen der Gentechnik an ausgewählten Beispielen (z.B. CRISPR/Cas9, Polymerasekettenreaktion, Human-genomprojekt, DNA-Sequenzierung in der Forensik) → VA12
<p>Förderung prozess-bezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p> <p>Förderung der Bewertungskompetenz hier verbindlicher Bestandteil</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... nennen Problem- und Entscheidungsfelder, in denen die Biologie persönlich und gesellschaftlich relevant ist, z.B. <i>gentechnische Anwendungen zur Ertragssteigerung in der Landwirtschaft</i>: Welche sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekte sollten berücksichtigt werden? Welche Werte werden durch diese Aspekte berührt? Inwiefern lässt sich eine Gewichtung der Aspekte herausarbeiten und somit eine Handlungsoption finden? → Bw1, Bw2
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturmodelle DNA-Molekül • „Translation-Puzzlespiel“ • einfache Versuche zur DNA-Isolierung (z.B. mit Tomaten oder Mundschleimhaut) • Strukturmodelle Spermien- und Eizellen

Teilschwerpunkt B: Entwicklungs- und Humangenetik

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben die Phasen der Embryonalentwicklung bei Wirbeltieren, z.B. des Menschen (Furchung, Blastulation, Gastrulation, Neurulation und Organogenese) → SR5 • ... erklären die Funktion entwicklungssteuernder Faktoren am Beispiel der Hox-Gene → SR5 • ... beschreiben und erklären sowohl genotypische als auch andere Möglichkeiten der Geschlechtsbestimmung → R1 • ... wiederholen Grundbegriffe und Zusammenhänge der klassischen Genetik (z.B. Homo- und Heterozygotie, dominante und rezessive Allele) als Voraussetzung für Stammbaumanalysen → GV10 • ... beschreiben und deuten autosomal-rezessive, autosomal-dominante und gonosomale Erbgänge anhand passender Beispiele und festigen den Allelbegriff (<i>Exkurs ABO-System und Blutgruppenvererbung möglich</i>) → GV10 • ... erklären die Polygenie als abweichende Form der Umsetzung des Genotyps in den Phänotyp (z.B. Vererbung der Hautfarbe) → VA2 • ... beschreiben und erklären humangenetische Anwendungsfelder (z.B. Reproduktionsmedizin oder Stammzellforschung) vor bioethischem Hintergrund → VA12
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... werten abstrakte fachliche Darstellungsformen (Familienstammbäume, Kreuzungsschemata) aus und versprachlichen sie → Kk4 • ... bewerten die Durchführbarkeit humangenetischer Anwendungsfelder auf bioethischer Ebene (<i>Entschlüsselung des menschlichen Genoms, Designer-Babys als Menschen der Zukunft</i>) → Bw2
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... Modellreihe zur Embryonalentwicklung und Zygotenbildung

Arbeitsschwerpunkt 2: Ökologie

Teilschwerpunkt A: Die ökologische Nische als komplexes Modell

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... wiederholen in geraffter Form Aspekte des evolutionsökologischen Einführungskurses (Kompartimentierung der Biosphäre, Toleranz und Reaktionsnorm, Einteilung der Umweltfaktoren in abiotisch und biotisch) als Arbeitsgrundlage → K4 • ... beschreiben die Angepasstheit von Tieren an den Umweltfaktor Temperatur (homoiotherme und poikilotherme Tiere, Bergmannsche und Allensche Regel, Angepasstheiten an jahreszeitlich bedingte Extremtemperaturen) und erklären diese Angepasstheiten als eine Folge selektionsbedingter Optimierung → VA4 <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Behandlung weiterer Umweltfaktoren möglich, z.B. Licht (Fotoperiodismus, circadiane Rhythmik) oder Wasser (anatomische Angepasstheiten zum Schutz vor Verdunstung, Osmoregulation bei Fischen)</i> • ... beschreiben die Angepasstheit von Pflanzen an die Umweltfaktoren Wasser und Temperatur (Wasseraufnahme, -transport und -abgabe, Angepasstheiten bei Hydro-, Hygro-, Meso- und Xerophyten) → VA4 • ... beschreiben die Konkurrenz von Individuen um limitierte Ressourcen als einen biotischen Umweltfaktor und unterscheiden zwischen intra- und interspezifischer Konkurrenz → SR7 • ... erklären das Prinzip der Konkurrenzvermeidung sowie das Konkurrenzausschlussprinzip als Konsequenzen unterschiedlicher bzw. ähnlicher Angepasstheiten und erläutern in diesem Zusammenhang die Koexistenz bzw. Nichtkoexistenz → VA5 • ... beschreiben und deuten Ökogramme hinsichtlich der Aspekte Konkurrenzstärke und ökologische Potenz • ... erläutern Symbiose und Parasitismus an Beispielen (z.B. Mykorrhiza, Fuchsbandwurm) als evolutionär etablierte interspezifische Beziehungsgefüge und vergleichen sie mit weiteren Formen des Zusammenlebens (z.B. Mutualismus, Kommensalismus) → SR7 • ... wiederholen das Konzept der ökologischen Nische als multidimensionales Modell und differenzieren es weiter zur Fundamental- und Realnische → VA5
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... formulieren Hypothesen zu biologischen Phänomenen und Fragen (z.B. „<i>Warum sind Pinguine am Südpol größer als ihre Verwandten am Äquator?</i>“) → Eg2 • ... entwickeln modellhafte Versuchsdesigns zur Überprüfung der Hypothesen (z.B. Abkühlversuche zur Bergmannschen Regel“) → Eg5
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •

Teilschwerpunkt B: Populationsökologie	
<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... erklären das Wachstum von Populationen unter modellierten und realen Umweltbedingungen und benennen eine logistische Wachstumskurve (exponentielle Phase, Erreichen der Kapazitätsgrenze, stationäre Phase, Absterbephase) • ... vergleichen kriteriengeleitet die r- und K-Fortpflanzungsstrategien → R4 • ... erklären Rückkopplungseffekte bei Räuber-Beute-Beziehungen und beschreiben die Lotka-Volterra-Regeln als Modelle zur vereinfachten Darstellung der Räuber-Beute-Dynamik → SR7 • ... beschreiben optische, akustische und olfaktorische Signale als Spezialisierungen von Organismen in Räuber-Beute-Beziehungen (Aposematismus, Mimikry, Mimese) → IK1
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erkennen die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung und nehmen Veränderungen am Modell vor → Eg5 <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Lassen sich die Lotka-Volterra-Regeln auf Populationen in natürlichen Ökosystemen anwenden?</i> ○ <i>Welche Faktoren muss ich ändern, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten?</i> ○ <i>Unter welchen (Labor-)Bedingungen treffen diese Regeln zu?</i> ○ <i>Welche generelle Aussagekraft haben diese Regeln, wenn sie unter natürlichen Bedingungen doch ungenau sind?</i> • ... deuten Wachstumskurven in Diagrammen bzw. erstellen anhand gewonnener Daten eigene Graphen und benennen Kurvenabschnitte → Kk1, Kk2
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Modelle zur Verdeutlichung der Populationsdynamiken (z.B. Smarties, farbige Perlen o.ä.) • Simulationsprogramme mit änderbaren Variablen zur Darstellung des Populationswachstums

Teilschwerpunkt C: Aufbau und Merkmale von Ökosystemen, Nachhaltigkeit

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... definieren das Ökosystem als funktionelle Einheit aus Biotop und Biozönose → K3 • ... erklären das Fließgleichgewicht von Ökosystemen anhand von Nahrungsnetzen und Trophiestufen → SE9 • ... beschreiben den Energiefluss innerhalb eines Ökosystems, veranschaulichen Trophiestufen quantitativ in einer Biomassenpyramide und vergleichen unterschiedliche Ökosysteme hinsichtlich ihrer Produktivität → SE10 • ... beschreiben Stoffkreisläufe in Ökosystemen (Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf) und betrachten diese auf globaler Ebene → SE10 • ... beschreiben jahreszeitliche Veränderungen innerhalb eines Ökosystems (z.B. Schichtung und Zirkulation im See) → K3 • ... beschreiben Sukzession und Klimax als eine Form der Entwicklung von Ökosystemen (z.B. in Folge der Zerstörung) und unterschiedliche Sukzessionsstadien in einem Ökosystem als Mosaikzyklus → K3 • ... beschreiben den Aufbau und charakteristische Merkmale eines ausgewählten Ökosystems bzw. zweier ausgewählter Ökosysteme und wenden die oben aufgeführten Aspekte an → K3, SE10 • ... erläutern die Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf Ökosysteme (z.B. von der Natur- zur Kulturlandschaft, Abnahme der Biodiversität) → SE11 • ... beschreiben und erklären, dass nachhaltige Entwicklung soziale, ökonomische und ökologische Aspekte umfasst (Nachhaltigkeitsdreieck), und konkretisieren es an einem lokalen (z.B. Tourismus im Wattenmeer) <u>und</u> einem globalen Thema (z.B. Ursachen und Folgen des anthropogenen Klimawandels) → SE11
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p> <p>Förderung der Bewertungskompetenz hier verbindlicher Bestandteil</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... nennen Problem- und Entscheidungsfelder, in denen die Biologie persönlich und gesellschaftlich relevant ist, z.B. <i>Eindämmung des regionalen Tourismus zur Erhaltung der Naturlandschaft, Verzicht von Flugreisen im Rahmen von Klassenfahrten als Maßnahme zur Verminderung der CO₂-Emissionen</i>: Welche sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekte sollten berücksichtigt werden? Welche Werte werden durch diese Aspekte berührt? Inwiefern lässt sich eine Gewichtung der Aspekte herausarbeiten und somit eine Handlungsoption finden? → Bw1, Bw2
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •

Arbeitsschwerpunkt 1: Evolution

Anmerkung: Aufgrund der Kürze des Abiturschuljahres sollte das Thema Evolution bereits vor den Weihnachtsferien abgeschlossen sein, um den Schwerpunkt Neurobiologie angemessen vertiefen zu können.

Teilschwerpunkt A: Die synthetische Theorie der Evolution und Artbildung

Verbindliche Unterrichts-inhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen
inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... wiederholen in geraffter Form Aspekte des evolutionsökologischen Einführungskurses (Evolutionstheorien nach Lamarck und Darwin, genetische Variabilität durch Mutation und Rekombination, phänotypische Variabilität als Ansatzpunkt der natürlichen Selektion) als Arbeitsgrundlage → **VA6, VA7**
- ... vergleichen die stabilisierende, transformierende und disruptive Selektion miteinander und wenden sie beispielhaft an → **VA8**
- ... erklären, dass sexuelle Selektion durch innerartliche Varianz im Fortpflanzungserfolg entsteht und (auch) die Ausprägung sexualdimorpher Merkmale zur Folge hat → **R2**
- ... beschreiben und erklären artspezifisches Verhalten bei der Partnerfindung und beim Paarungsverhalten (Lockstoffe, akustische Verfahren, Balz) → **R2**
- ... beschreiben die Zusammensetzung des Genpools einer Population, erklären die relative Stabilität der Allelfrequenzen in einem Genpool mit dem Modell des Hardy-Weinberg-Gleichgewichts und hinterfragen dieses Modell kritisch → **VA7**
- ... beschreiben Flaschenhals- und Gründereffekte als Formen genetischer Drifts und erklären, wie sich zufällige Ereignisse auf den Genpool einer Population auswirken → **VA7**
- ... erklären die synthetische Evolutionstheorie durch das Zusammenwirken der Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination, Selektion und Gendrifts und verorten darin die Aspekte genetische und phänotypische Variabilität bzw. Varianz → **VA7**
- ... beschreiben Gesamtfitness als Ergebnis aus direkter und indirekter Fitness und erklären, inwieweit Kooperationen wie Rudelstrukturen oder verschiedene Formen altruistischen Verhaltens die Gesamtfitness erhöhen, und beschreiben Kosten-Nutzen-Analysen von Verhalten → **IK3**
- ... wiederholen den morphologischen und biologischen Artbegriff und untersuchen die Problematik einer einheitlichen Begriffsfindung → **GV9**
- ... beschreiben die allopatrische Artbildung infolge geografischer Separation (Unterbrechung des Genflusses) → **VA9**
- ... beschreiben prä- und postzygotische Isolationsmechanismen als Ergebnis unterschiedlicher selektionsbedingter Anpassungen → **VA9**

	<ul style="list-style-type: none"> • ... vergleichen allopatrische und sympatrische Artbildung miteinander und beschreiben die adaptive Radiation an einem Beispiel als Sonderform der Artentstehung → VA9
Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)	<ul style="list-style-type: none"> •
Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)	<ul style="list-style-type: none"> • Artbildungsspiel „Die Evolution der Hangnager“ als Beispiel der adaptiven Radiation

Teilschwerpunkt B: Belege der Evolution, Humanevolution und Schöpfung

<p>Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... beschreiben und erklären morphologische Befunde, die Hinweise auf Verwandtschaft geben (Homologien), und erläutern sie anhand der Homologiekriterien nach Remane → GV6 • ... beschreiben strukturelle Ähnlichkeiten ohne stammesgeschichtliche Verwandtschaft (Analogien) und erklären sie als Folge konvergenter Entwicklung → GV6 • ... beschreiben DNA-Sequenzvergleiche als eine moderne molekularbiologische Methode zur Verwandtschaftsbestimmung (<i>Behandlung weiterer molekularbiologischer sowie serologischer Verfahren möglich</i>) → GV6 • ... beschreiben die Entstehung der Erde und wesentliche Erdzeitalter vor dem Hintergrund stammesgeschichtlicher Entwicklungen → GV5 • ... erklären, dass fossile Strukturen und Mosaikformen aufgrund morphologischer Merkmale Hinweise zur Stammesgeschichte geben → GV6 • ... nennen und beschreiben Methoden zur Altersbestimmung (z.B. Radiokarbon-Methode) und wenden sie mathematisch an → GV6 • ... erklären das Vorkommen lebender Fossile aufgrund relativ stabiler Umweltbedingungen und geringer Selektionsdrücke → GV6 • ... beschreiben die Abstammung der Hominiden aus gemeinsamen Vorfahren anhand eines Stammbaumes → GV10 • ... beschreiben die Evolution des Menschen vom <i>Australopithecus</i> zum <i>Homo sapiens</i>, indem sie die Faktoren der Menschwerdung in ihrer wechselseitigen Bedingtheit evolutionsbiologisch erklären (Progression des Gehirns, Lernen und Verhalten, morphologische Anpassungen etc.) → GV10 • ... erklären, inwieweit kreationistische Vorstellungen (Schöpfungstheorie, Intelligent Design) der synthetischen Evolutionstheorie widersprechen, und bewerten sie aus naturwissenschaftlicher Sicht → GV11
<p>Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •
<p>Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •

Arbeitsschwerpunkt 2: Neurobiologie

Teilschwerpunkt A: Nervensystem und Signalübertragung

Verbindliche Unterrichts-inhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen
inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach

Die Schülerinnen und Schüler...

- ... beschreiben den Aufbau des menschlichen Nervensystems (ZNS und PNS) und unterteilen das ZNS strukturell in Gehirn und Rückenmark, das PNS funktionell in vegetativ und somatisch → **SF2**
- ... erklären das Gegenspielerprinzip an Sympathikus und Parasympathikus und beschreiben es als Regelsystem zur Steuerung der Lebensvorgänge
- ... beschreiben die Grobstruktur des menschlichen Gehirns (Großhirn, Kleinhirn etc.) mit den jeweiligen Funktionen → **VA11**
- ... beschreiben die Evolution des Wirbeltiergehirns und erklären dessen steigende Leistungsfähigkeit mit der zunehmenden Komplexität (z.B. Prinzip der Oberflächenvergrößerung) → **VA11**
- ... unterscheiden zwischen afferenten und efferenten Nerven (-fasern) und erläutern (z.B. am Reflex) die Signalübertragung vom Rezeptor zum Effektor
- ... beschreiben den Aufbau eines Neurons und benennen alle wesentlichen an der Reizweiterleitung beteiligten Strukturen → **SR6**
- ... erklären die Entstehung des Ruhepotentials (elektrische Spannung, beteiligte Ionen, spannungs- und ligandengesteuerte Ionenkanäle und Na^+ - K^+ -Pumpe) → **SR1**
- ... beschreiben die Entstehung eines Aktionspotentials an der Axonmembran (Schwellenwertüberschreitung) und den Verlauf von der Depolarisation bis zum Erreichen des Ruhepotentials → **IK2**
- ... erläutern die Wirkung eines Neurotoxins auf die Erregungsleitung am Axon an einem Beispiel (Tetrodotoxin o.ä.) → **SR6**
- ... erklären die Vorteile markhaltiger Axone bei der Reizweiterleitung und beschreiben die saltatorische Erregungsleitung
- ... beschreiben den Aufbau einer chemischen Synapse und erläutern daran die Signalübertragung (EPSP) von einem Neuron zum nächsten → **IK2**
- ... erläutern die Wirkung eines Synapsengifts auf die Signalübertragung am synaptischen Spalt an einem Beispiel (Conotoxin o.ä.) → **SR6**
- ... erklären die Funktion der Neurotransmitter und vergleichen die transmittergesteuerte mit der hormonellen Informationsweitergabe
- ... vergleichen hemmende und erregende Synapsen und erklären deren Bedeutung bei der neuronalen Verschaltung → **SR6**

Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)

-

Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)	•
--	---

Teilschwerpunkt B: Verhalten und Kognition

Verbindliche Unterrichtsinhalte und inhaltsbezogene Kompetenzen <i>inhaltliche Ausdifferenzierung im Profulfach</i>	Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> • ... unterscheiden zwischen proximativen und ultimativen Ursachen für Verhalten → VA10 • ... beschreiben Verhalten als ein Resultat aus einer Kombination von genetischen und Umweltfaktoren • ... beschreiben verschiedene Formen des Gedächtnisses und erklären deren Zusammenwirken zum Lernen → IK3 • ... erklären Lernmechanismen auf neuronaler Ebene (Langzeitpotenzierung, Bahnung, neuronale Plastizität) → IK2 • <i>Behandlung weiterer Schwerpunkte möglich (z.B. Konditionierung, Lernen durch Nachahmung, Verhaltensaspekte im ökologischen Kontext wie Aggression, Infanzid, innerartliche Kommunikationsprozesse)</i>
Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Vorschläge)	•
Unterrichtsgestaltung und Materialien (Vorschläge)	•

VI Umgang mit Fachsprache

Die Mitglieder der Fachschaft Biologie haben sich über eine einheitliche Verwendung der Fachsprache verständigt (siehe dazu inhaltliche Konkretisierung der Arbeitsschwerpunkte). An dieser Stelle sei auf die Glossare der Lehrwerke verwiesen. Im Sinne der durchgängigen Sprachbildung sollen Schülerbeiträge auch sprachlich angemessen gewürdigt bzw. korrigiert werden. Das schließt neben mündlichen Beiträgen im laufenden Unterricht vor allem schriftliche Ausarbeitungen (Tests, Klassenarbeiten, Handouts, Hausaufgaben etc.) ein, die hinsichtlich standardsprachlicher Normen (Rechtschreibung, Grammatik, Satzbau) und fachsprachlicher Ungenauigkeiten oder Fehlern zu kennzeichnen und zu verbessern sind (siehe dazu auch „VII Leistungsmessung“, Abwertung der Gesamtpunktzahl aufgrund sprachlicher Verstöße). Neben einer rein inhaltlichen Überprüfung soll auch immer die Fachsprachlichkeit angemessen in die Gesamtbewertung einfließen.

VII Leistungsmessung und Leistungsbewertung

Im Fach Biologie werden in der Sekundarstufe II entsprechend der OAPVO Klassenarbeiten geschrieben. Die „Sonstigen Unterrichtsbeiträge“ bilden jedoch die Grundlage und überwiegen für die Leistungsbewertung. Bei einer Klassenarbeit pro Halbjahr (Biologie nicht profilgebend) werden die Unterrichtsbeiträge daher mit 70 % gewichtet. Bei zwei Klassenarbeiten pro Halbjahr (Biologie profilgebend) liegt diese Gewichtung bei 60 %.

Sonstige Unterrichtsbeiträge

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und den verschiedenen Persönlichkeiten der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden, aber auch um das gesamte Spektrum der Leistungen angemessen berücksichtigen zu können, werden im Bereich der „Sonstigen Unterrichtsbeiträge“ Leistungen aus unterschiedlichen Feldern der Unterrichtsarbeit herangezogen. Da die Unterrichtsbeiträge bei der Leistungsbewertung den Ausschlag geben, muss die Gewichtung einzelner Arten von Unterrichtsbeiträgen innerhalb des Teilbereichs transparent gemacht werden. Zu den Unterrichtsbeiträgen gehören unter anderem:

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch (differenziert nach Quantität und Qualität)
- Mitarbeit in Partner- und Gruppenarbeitsphasen
- Präsentation von Arbeitsergebnissen

- Kurzvorträge und Referate
- mündliche Übungen, z. B. Verbalisieren des Tafelbildes, Zusammenfassungen, Wiederholungen
- Organisation, Bearbeitung und Durchführung von Experimenten
- Protokolle
- Arbeitsprodukte, wie zum Beispiel Modelle
- Hefte/Mappen
- Materialsammlungen
- Portfolios
- schriftliche Überprüfungen (Tests)*

*Tests gelten nicht als Leistungsnachweise und können auch addiert keinen Leistungsnachweis ersetzen. Beim Konzipieren von Tests soll darauf geachtet werden, dass sie einen zeitlichen Umfang von 20 Minuten nicht überschreiten. Die Anzahl der Tests pro Halbjahr orientiert sich am Wochenstundenumfang (in der Regel drei).

Klassenarbeiten

Sofern Biologie nicht als profilgebendes Fach unterrichtet wird, ist pro Halbjahr eine Klassenarbeit mit einer Dauer von 90 Minuten zu schreiben. Im Biologieprofil werden im Einführungs-jahrgang insgesamt drei, in den Qualifikationsphase I vier und in der Qualifikationsphase II zwei Klassenarbeiten geschrieben. Die Dauer dieser Klassenarbeiten ist im E-Jahrgang auf 90 Minuten festgelegt und ist im Laufe der Qualifikationsphasen schrittweise zu erhöhen, bis im Q2-Jahrgang zunächst eine vierstündige und schließlich eine sechsstündige (Vorabitur) Klassenarbeit erfolgt.

Die Bewertung von Klassenarbeiten orientiert sich an den Vorschriften, die für die Bewertung der Prüfungsaufgaben im Abitur gelten. In der Einführungsphase ist dabei der Gestaltungsspielraum größer; mit zunehmender Nähe zum Abitur sind die Abiturmaßstäbe strenger anzulegen und alle Anforderungsbereiche konsequent zu implementieren.

Punkteabzug in Klassenarbeiten bei gravierenden Mängeln im Elementarbereich

In der OAPVO ist in § 12 (2) für die Abiturprüfung geregelt: „Bei gehäuften Verstößen gegen grammatische und orthografische Regeln oder bei schwerwiegenden Mängeln in der äußeren Form werden im Gesamturteil bis zu zwei Punkte der einfachen Wertung abgezogen. In Fächern, in denen Grammatik und Orthografie bereits in die Fachbeurteilung eingeflossen sind, führen nur noch schwerwiegende Mängel in der äußeren Form zu einem Punkteabzug.“

Im Ratgeber zur Profioberstufe vom Oktober 2016 wird hierzu auf Seite 31f erläutert: „In der Regel erfolgt ein Abzug von einem Punkt bei einem Fehlerquotienten im Bereich ‚mangelhaft‘, [...] von zwei Punkten im Bereich ‚ungenügend‘.“ Bezug genommen wird hierbei auf den Fehlerquotienten in den Fachanforderungen im Fach Deutsch. Zurzeit gibt es „mangelhaft“ bei 20 bis 39 Wörtern pro Fehler und „ungenügend“ bei weniger als 20 richtigen Wörtern pro Fehler.

Im Sinne eines einheitlichen Verfahrens im Lande sind die folgenden Richtlinien bindend (vgl. Seite 32 des Ratgebers zur OAPVO):

1. Wird die Abituarbeit im Gesamturteil mit 6 Notenpunkten beurteilt, wird in der Regel höchstens ein Notenpunkt abgezogen, bei einer Beurteilung mit 5 oder weniger Notenpunkten findet ein Punkteabzug in der Regel nicht statt. Es gilt also folgende Tabelle:

Punktzahl vor Abzug aufgrund von Mängeln im Elementarbereich	Fehlerquotient (Wörter pro Fehler) → Punkteabzug		
	> 39	20 – 39	< 20
07 – 15	0	1	2
06	0	1	1
0 – 05	0	0	0

2. Die Korrekturpraxis und der Punkteabzug sollen bereits in den Klassenarbeiten der Qualifikationsphase einheitlich praktiziert werden und in Form und Inhalt auf die Abiturprüfungsarbeit vorbereiten. Dabei ist beim Punkteabzug wie folgt zu verfahren:

Einführungsphase: Hinweis auf möglichen Punktabzug

Q1: maximal ein Punkt Abzug

Q2: wie im Abitur

Endzensur

Die Leistungsbewertung liegt in der Verantwortung der Lehrkraft, die die Gewichtung einzelner Arten von Unterrichtsbeiträgen und die Kriterien der Leistungsbeurteilung transparent machen soll. Die Leistungsbewertung im Zeugnis ist das Ergebnis einer sowohl fachlichen als auch pädagogischen Abwägung der Klassenarbeiten und der „Sonstigen Unterrichtsbeiträge“. Eine Bewertung der Leistung im Unterricht mit der Endzensur „gut“ sollte auf umfangreichem und differenziertem Fachwissen mit der Fähigkeit zu Transferleistungen (inhaltbezogene Kompetenzen) basieren. Die Fähigkeit zu sachlich richtigen und schlüssig entwickelten komplexeren Sach- und Werturteilen, verknüpft mit problemorientiertem Denken erfüllt die Note „gut“ im Bereich der Bewertungskompetenz. Eine gut entwickelte Kompetenz im Bereich der Erkenntnisgewinnung zeichnet sich durch die sichere und reflektierte Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden und Arbeitsweisen aus. Eine gute Kommunikationskompetenz ist gegeben, wenn Informationen ziel-, fach- und adressatengerecht erschlossen, aufbereitet und unter angemessener Verwendung der Fachsprache präsentiert werden können. Die Zeugnisnote „gut“ sollte erteilt werden, wenn im Unterricht kontinuierlich in allen Kompetenzbereichen mitgearbeitet wird.

Eine „ausreichende“ Bewertung erfolgt bei überwiegend reproduktiven Leistungen, überwiegend grundsätzlich richtiger Anwendung fachspezifischer Methoden und der Darstellung von Werturteilen unter Anleitung. Beschränkt sich die mündliche Mitarbeit auf die Einforderung der Beiträge, kann die Bewertung für diesen Teil der Leistung nicht besser als „ausreichend“ sein.

Die mündliche Abiturprüfung

Die mündliche Prüfungsaufgabe besteht aus zwei Aufgaben. Sie dürfen keine inhaltliche Wiederholung von Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung sein und sich nicht nur auf Inhalte eines Halbjahres der Qualifikationsphase beziehen. Bei Aufgaben mit einem experimentellen

Anteil kann die Vorbereitungszeit von der Abiturprüfungskommission bis auf höchstens eine Stunde verlängert werden. Beide Aufgaben sollen etwa denselben Zeitumfang an der mündlichen Prüfung in Anspruch nehmen und sind bei der Beurteilung gleich zu gewichten. Neben dem Vortrag der Ergebnisse ihrer Vorbereitung müssen die Prüflinge in einem Prüfungsgespräch ergänzende oder weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen. Bei der Beurteilung der Prüfungsleistung werden neben den fachlichen Kompetenzen auch die prozessbezogenen Kompetenzen bewertet. Jede Aufgabe muss so angelegt sein, dass sie vom Anspruchsniveau her eine Bewertung innerhalb der gesamten Notenskala zulässt. Bei der Bewertung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen biologischen Kompetenzen
- sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung, Beherrschung der Fachsprache, Verständlichkeit der Darlegungen, adäquater Einsatz der Präsentationsmittel und die Fähigkeit, das Wesentliche herauszustellen
- Verständnis für biologische Probleme sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen und darzustellen, biologische Sachverhalte zu beurteilen, auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen
- Kreativität, Reflexionsfähigkeit und Selbstständigkeit im Prüfungsverlauf

Kommt ein Prüfling im Verlauf der mündlichen Prüfung nicht über die reine Reproduktion gelerntes Wissens hinaus, so kann die Note nicht besser als „ausreichend“ (4 Punkte) sein. Soll die Leistung mit „sehr gut“ beurteilt werden, so muss dem Prüfungsgespräch ein eigenständiger Vortrag vorausgehen. Im Vortrag oder im Verlauf des Gesprächs müssen in diesem Fall auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht worden sein.

VIII Differenzierung, Förderung

Durch beispielsweise offene Unterrichtsformen, Wahl- bzw. Zusatzaufgaben, Schnellarbeiteraufträge und vor allem offene bzw. differenzierende Auftragsformulierung wird den Anforderungen eines binnendifferenzierenden Unterrichts Rechnung getragen.

IX Evaluierung und Weiterentwicklung

Das Fachcurriculum wird regelmäßig evaluiert und weiterentwickelt.