



**Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan
für die gymnasiale Oberstufe (SII)**

Biologie

Inhaltsverzeichnis

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
2	Fachziele – Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1	Unterrichtsvorhaben	4
2.2	Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der EINFÜHRUNGSPHASE [EF]	5
	Kompetenzerwartungen (bis zum Ende der EINFÜHRUNGSPHASE [EF])	13
2.3	Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der QUALIFIKATIONSPHASE [Q1/2]	15
	Kompetenzerwartungen (bis zum Ende der QUALIFIKATIONSPHASE [Q1/2])	81
2.4	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	84
	2.4.1 Überfachliche Grundsätze	84
	2.4.2 Fachliche Grundsätze:	84
2.5	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	84
	2.5.1 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit	85
	2.5.2 Beurteilungsbereich: Klausuren	86
2.6	Hinweise zum „Distanzlernen“	87
	2.6.1 Quarantäne von Schüler:innen	87
	2.6.1 Quarantäne der Lehrkraft oder allgemeiner Unterricht auf Distanz	87
2.7	Lehr- und Lernmittel	88
3	Qualitätssicherung und Evaluation	89
4.	Aufgabenbereiche	89



1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Beethoven-Gymnasium wurde als ältestes Bonner Gymnasium 1626 gegründet und liegt heute im Stadtzentrum in unmittelbarer Nähe zum Rhein.

Das jetzige Schulgebäude stammt aus den frühen 1950er-Jahren, ist aber inzwischen weitestgehend modernisiert. Die Fachgruppe Biologie verfügt über drei naturwissenschaftliche Fach- und zugehörige Sammlungsräume, die 2012 komplett renoviert und neu ausgestattet wurden. Alle Fachräume verfügen über moderne Smartboards mit angeschlossenen internetfähigen Multimediaeinheiten. Der Biologieunterricht kann vollständig in den Fachräumen stattfinden.

In der Fachgruppe Biologie unterrichten zur Zeit 12 festangestellte Kolleg:innen. Die Lehrer:innenbesetzung ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in den Sekundarstufen I und II.

In der Oberstufe befinden sich im Durchschnitt etwa 120 Schüler:innen in jeder Jahrgangsstufe. Das Fach Biologie ist dabei in der Einführungsphase meist mit fünf Grundkursen vertreten.

In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schüler:innenwahlen im Fach Biologie i. d. R. jeweils zwei Leistungs- und drei Grundkurse eingerichtet werden.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Fachunterricht Erprobungsstufe	Jgst. 5 (2 U.Stdn.)	Jgst. 6 (2 U.Stdn.)		
Fachunterricht Mittelstufe (7–10)	Jgst. 7 (---)	Jgst. 8 (2 U.Stdn.)	Jgst. 9 (---)	Jgst. 10 (2 U.Stdn.)
Fachunterricht in der EF u. QPH	Jgst. 11 (EF) (3 U.Stdn.)	Jgst. 12 (Q1) (3/5 U.Stdn.)	Jgst. 13 (Q2) (3/5 U.Stdn.)	

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 45 Min.-Raster, wobei angestrebt wird, dass der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst oft in Doppelstunden stattfindet.

Der Biologieunterricht soll Freude und Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse als Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert.

Soweit wie möglich werden in den verschiedenen Unterrichtsvorhaben Schüler:innenexperimente durchgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt.

Für die Jahrgangsstufe EF veranstaltet das Beethoven-Gymnasium jährlich einen „Tag der Naturwissenschaften“, an dem die Schülerinnen und Schüler Einblick in Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Industriebetriebe erhalten und eigene Experimente durchführen.

Für das Unterrichtsangebot im mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachbereich wurde das Beethoven-Gymnasium 2014 als MINT-freundliche Schule ausgezeichnet. Die Auszeichnung ist jeweils für drei Jahre gültig und wurde uns im November 2017 erneut verliehen.



2 Fachziele – Entscheidungen zum Unterricht

Die Umsetzung des Kernlehrplans mit seinen verbindlichen Kompetenzerwartungen im Unterricht erfordert Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen:

Die Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* gibt den Lehrkräften eine rasche Orientierung bezüglich der laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und der damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für jedes Schuljahr.

Die Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan sind die vereinbarte Planungsgrundlage des Unterrichts. Sie bilden den Rahmen zur systematischen Anlage und Weiterentwicklung *sämtlicher* im Kernlehrplan angeführter Kompetenzen, setzen jedoch klare Schwerpunkte. Sie geben Orientierung, welche Kompetenzen in einem Unterrichtsvorhaben besonders gut entwickelt werden können und berücksichtigen dabei die obligatorischen Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu fördern.

In weiteren Absätzen dieses Kapitels werden *Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit, Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung* sowie Entscheidungen zur Wahl der *Lehr- und Lernmittel* festgehalten, um die Gestaltung von Lernprozessen und die Bewertung von Lernergebnissen im erforderlichen Umfang auf eine verbindliche Basis zu stellen.

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z. B. Praktika, Studienfahrten o. Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Des Weiteren sind in der folgenden Übersicht zu den Unterrichtsvorhaben in Anlehnung an das Schulprogramm des Beethoven Gymnasiums Anwendungsmöglichkeiten für die **Konzepte zum selbständigen Lernen und Handeln (einschließlich Lernstrategien)** sowie zu den **Vereinbarungen zur Gestaltung des Unterrichts** erwähnt. Sie sollen eine lernbezogene Angstfreiheit und Stressfreiheit sowie intensive positive Gefühle und Stimmungen der Schüler:innen im Sinne des Landesprogramms „Bildung und Gesundheit“ ermöglichen. Ebenso werden gezielt zu verschiedenen fachlichen Kompetenzen auch Chancen für den **Erwerb medialer Kompetenz** des Medienkompetenzrahmens sowie zur **beruflichen Orientierung** angeboten.

In den vorliegenden schulinternen Lehrplan sind die **Abiturvorgaben** nicht enthalten. Hierfür sei auf die Angaben im Bildungsportal des Landes NRW verwiesen:

<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/fach.php?fach=6>



2.2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der EINFÜHRUNGSPHASE [EF]

UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle (Inhaltsfeld 1: Zellbiologie)

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen erschließen (K)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Mikroskopie <input type="checkbox"/> prokaryotische Zelle <input type="checkbox"/> eukaryotische Zelle	<input type="checkbox"/> vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). <input type="checkbox"/> begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).	<p><i>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Abfrage Vorwissen der SuS aus der Sek I bspw. mit einem Multiple-Choice Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus (ohne Benotung und als Selbstevaluationsbogen möglich) ggf. auch mit Hilfe eines Onlinetools (Test per Forms) → anschließende eigenständige Aufarbeitung von fehlendem Basiswissen bspw. mit Hilfe von einfachen und kurzen Texten zum Basiswissen</p> <p>Mikroskopie von pflanzlichen und tierischen Zellen (bspw. Zwiebelzellen & Einzellern wie Pantoffeltierchen) & Bakterienzellen ggf. als Dauerpräparat → mikroskopische Zeichnung erstellen (Handlungsorientierung & Anwendungsbezug)</p> <p>Vergleich von verschiedenen mikroskopischen Techniken mit Hilfe von Aufnahmen (REM & Lichtmikroskop) und dem Vergleich dieser + Nutzung von 2D-Modelle von tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</p>
<input type="checkbox"/> eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie	<input type="checkbox"/> erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). <input type="checkbox"/> erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).	<p><i>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Stationenlernen, Partnerpuzzle oder Gallery-Walk zu den Zellorganellen eukaryotischer Zellen in Gruppenarbeit (selbstständige kooperative Lernformen)</p> <p>Zusammenwirken von unterschiedlichen Zellbestandteilen anhand eines Beispiels wie verschiedenen Fraßschutzmechanismen von Pflanzen (bspw. Tomatenpflanze)</p>
		<p><i>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten</i></p>	<p>Endosymbiontentheorie bspw. als Mystery oder Stop-Motion-Video (vgl. MKR, 1.3, 4.1 & 4.2) erarbeiten lassen (spielerisches Lernen soweit möglich)</p>



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung	<input type="checkbox"/> analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). <input type="checkbox"/> vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).	<p><i>ten stützen die Endosymbiontentheorie?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Mikroskopie von unterschiedlichen Dauerpräparaten bspw. Sonnen-/Schattenblatt & tierischen Geweben (Handlungsorientierung & Anwendungsbezug)</i></p> <p><i>Arbeitsteilige Erarbeitung mit Hilfe von diskontinuierlichen Materialien im Lerntempoduett möglich → Partnerfindung findet durch Haltestelle statt, wodurch Bewegung im Raum stattfindet (Elemente der Bewegung im Unterricht)</i></p> <p><i>Berufsbilder: Mikrobiologe, Biotechniker etc.</i></p>

**UV Z2: Biomembranen** (Inhaltsfeld 1: Zellbiologie)

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine	<input type="checkbox"/> erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	<i>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</i> (ca. 5 Ustd.)	<p>Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. Einfache Modelle (2D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.</p> <p>Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet.</p> <p>Die Quartärstruktur wird z. B. am Hämoglobin veranschaulicht (Anwendungsbezug).</p> <p>Lernplakate können, ggf. auch in digitaler Form (vgl. MKR 2.1 – 2.3) erstellt werden u. werden auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert.</p>
<input type="checkbox"/> Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung	<input type="checkbox"/> stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).	<i>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</i> (ca. 6 Ustd.)	<p>Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen (Problemorientierung). Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>Neuere Daten legen jeweils eine Modifikation des aktuellen Membran-Modells nahe und führen zu neuen Hypothesenbildungen.</p> <p>Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und technischem Fortschritt werden herausgestellt und nach Möglichkeit praktisch didaktisch reduziert erprobt (Berufsbilder: Arbeit eines/einer Molekularbiolog:in).</p>
<input type="checkbox"/> physiologische Anpassungen: Homöostase	<input type="checkbox"/> erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).	<i>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</i> (ca. 8 Ustd.)	<p>SuS können z. B. entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen. Lernplakate oder Animationen sowie Advance-Organizer zu den verschiedenen Transportmechanismen können auch in digitaler Form (vgl. MKR 2.1 – 2.3) erstellt werden</p>
<input type="checkbox"/> Untersuchung von osmotischen Vorgängen	<input type="checkbox"/> erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).		



inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
	<p><input type="checkbox"/> erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</p> <p><input type="checkbox"/> erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</p>	<p><i>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</i> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>s. o.</p> <p><i>Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten.</i></p> <p><i>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch (eigenständige Aufarbeitung).</i></p> <p><i>Versuche zur Überprüfung der Hypothesen</i></p> <p><i>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.</i></p> <p><i>Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion).</i></p> <p><i>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert (MKR 2.1 & 2.3).</i></p>

**UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose** (Inhaltsfeld 1: Zellbiologie)

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Mitose: Chromosomen, Cytoskelett <input type="checkbox"/> Zellzyklus: Regulation	<input type="checkbox"/> erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). <input type="checkbox"/> begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–B9). <input type="checkbox"/> diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1–6, B10–B12).	<i>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</i> (ca. 6 Ustd.) <i>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</i> (ca. 2 Ustd.) <i>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</i> (ca. 4 Ustd.)	<i>SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. mithilfe von Chromosomenmodellen eine Vorhersage über den grundlegenden Ablauf der Mitose treffen</i> <i>Elemente der Bewegung im Unterricht durch handlungsorientierte Modelle, z. B. zur Mitose</i> <i>Mitose: Fokussierung auf Funktion, grundsätzlichen Ablauf und Ergebnisse</i> <i>Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.</i> <i>Forschung in der Schule, z .B. „Rent a scientist“. Wissenschaftliche Vorträge über Gentherapien, Designer Babys etc. – auch in Verbindung mit Berufsbildern (Wissenschaftler:innen)</i>
<input type="checkbox"/> Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen	<input type="checkbox"/> erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14).	<i>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</i> (ca. 6 Ustd.)	<i>Erbgutveränderung:</i> <i>Fokussierung auf zytologisch sichtbare Veränderungen (numerische Chromosomenaberrationen durch Meiosefehler) am Beispiel Trisomie 21</i> <i>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</i>



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Meiose <input type="checkbox"/> Rekombination <input type="checkbox"/> Analyse von Familienstammbäumen	<input type="checkbox"/> wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).	<i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</i> (ca. 4 Ustd.)	<i>Meiose: Fokussierung auf Funktion, grundsätzlichen Ablauf und Ergebnisse</i>



UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme (Inhaltsfeld 1: Zellbiologie)

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Anabolismus und Katabolismus <input type="checkbox"/> Energieumwandlung: ATP-ADP-System, <input type="checkbox"/> Energieumwandlung: Redoxreaktionen <input type="checkbox"/> Enzyme: Kinetik <input type="checkbox"/> Untersuchung von Enzymaktivitäten	<input type="checkbox"/> beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbaulenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). <input type="checkbox"/> erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). <input type="checkbox"/> entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). <input type="checkbox"/> beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).	<p><i>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbaulendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</i> (ca. 12 Ustd.)</p> <p><i>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</i> (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.</i></p> <p><i>evtl.: Doping, Fallbeispiele zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht (Anwendungsbezug)</i></p> <p><i>Problemorientierung und Förderung des selbständigen Lernens über Versuche zur Beeinflussung der Enzymaktivität</i></p> <p><i>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z. B. industrielle und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</i></p> <p><i>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</i></p> <p><i>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse</i></p>



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Enzyme: Regulation	<input type="checkbox"/> erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).		(vgl. MKR 2.1, 2.2 und 4.1 & 4.2)

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten im Inhaltsfeld 1 „Zellbiologie“

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle

Stoff- und Energieumwandlung:

Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Information und Kommunikation:

Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen

Steuerung und Regelung:

Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

**Kompetenzerwartungen (bis zum Ende der EINFÜHRUNGSPHASE [EF])****Sachkompetenz – Biologische Sachverhalte betrachten:**

- S1 – Die Schüler:innen beschreiben elementare zellbiologische Sachverhalte und ihre Anwendungen sachgerecht.
- S2 – Die Schüler:innen strukturieren und erschließen elementare zellbiologische Phänomene und ihre Anwendungen auch mithilfe von Basiskonzepten.
- S3 – Die Schüler:innen erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen.
- S4 – Die Schüler:innen formulieren zu biologischen Phänomenen theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

Sachkompetenz – Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten:

- S5 – Die Schüler:innen strukturieren und erschließen die Eigenschaften von Zellen auch mithilfe von Basiskonzepten.
- S6 – Die Schüler:innen stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar.
- S7 – Die Schüler:innen erläutern Prozesse in und zwischen Zellen sowie zwischen Zellen und ihrer Umwelt.

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln:

- E1 – Die Schüler:innen beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen.
- E2 – Die Schüler:innen identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu zellbiologischen Sachverhalten.
- E3 – Die Schüler:innen stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

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

- E4 – Die Schüler:innen planen Untersuchungen und Modellierungen hypothesengeleitet, führen sie durch und protokollieren sie.
- E5 – Die Schüler:innen berücksichtigen bei der Planung von Untersuchungen sowie Modellierungen +das jeweilige Variablengefüge.
- E6 – Die Schüler:innen beschreiben die Bedeutung der Variablenkontrolle beim Experimentieren.
- E7 – Die Schüler:innen nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus.
- E8 – Die Schüler:innen wenden Laborgeräte und -techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren:

- E9 – Die Schüler:innen finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen.
- E10 – Die Schüler:innen beurteilen die Gültigkeit von Daten und nennen mögliche Fehlerquellen.
- E11 – Die Schüler:innen überprüfen Hypothesen.
- E12 – Die Schüler:innen erläutern Möglichkeiten und Grenzen von Modellen.
- E13 – Die Schüler:innen reflektieren die Methode der Erkenntnisgewinnung.
- E14 – Die Schüler:innen nutzen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden auch chemische und physikalische Grundkenntnisse.

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren:

- E15 – Die Schüler:innen stellen Möglichkeiten und Grenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses bei Fragestellungen zu lebenden Systemen dar.
- E16 – Die Schüler:innen beschreiben die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung).
- E17 – Die Schüler:innen beschreiben Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

**Kommunikationskompetenz – Informationen erschließen**

- K1 – Die Schüler:innen recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.
K2 – Die Schüler:innen wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen.
K3 – Die Schüler:innen prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen.
K4 – Die Schüler:innen analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention des:der Autor:in.

Kommunikationskompetenz – Informationen aufbereiten

- K5 – Die Schüler:innen strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.
K6 – Die Schüler:innen unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache.
K7 – Die Schüler:innen beschreiben die Unterschiede zwischen ultimativen und proximalen Erklärungen.
K8 – Die Schüler:innen beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen.
K9 – Die Schüler:innen nutzen geeignete Darstellungsformen bei der Aufbereitung biologischer Sachinformationen.
K10 – Die Schüler:innen verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten.

Kommunikationskompetenz – Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

- K11 – Die Schüler:innen präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.
K12 – Die Schüler:innen belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.
K13 – Die Schüler:innen tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus.
K14 – Die Schüler:innen argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten und berücksichtigen dabei empirische Befunde.

Bewertungskompetenz – Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen:

- B1 – Die Schüler:innen reflektieren die Bewertungsrelevanz eines Sachverhalts.
B2 – Die Schüler:innen betrachten Sachverhalte aus biologischer und ethischer Perspektive.
B3 – Die Schüler:innen beschreiben die Unterschiede zwischen deskriptiven und normativen Aussagen.
B4 – Die Schüler:innen benennen Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen.
B5 – Die Schüler:innen beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen.
B6 – Die Schüler:innen stellen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen dar.

Bewertungskompetenz – Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

- B7 – Die Schüler:innen wenden Bewertungskriterien unter Beachtung von Normen und Werten an.
B8 – Die Schüler:innen wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab.
B9 – Die Schüler:innen begründen die eigene Meinung kriteriengeleitet mit Sachinformationen und Werten.

Bewertungskompetenz – Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren:

- B10 – Die Schüler:innen reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen.
B11 – Die Schüler:innen reflektieren den Prozess der Bewertung.
B12 – Die Schüler:innen beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie.



2.3.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der QUALIFIKATIONSPHASE - GRUNDKURS [Q1/2]

<p>UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) <input type="checkbox"/> Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) <input type="checkbox"/> Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). 	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext:</p> <p>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), eigenständige Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA <input type="checkbox"/> Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise <input type="checkbox"/> Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
	<p>□ erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basis-konzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) □ Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur eigenen Strukturierung der Informationen □ Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache (→ MKR 2.1 & 2.3) □ Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien □ Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne z. B. unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema □ Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt <p><i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten □ Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Intons), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation (selbstständige kooperative Lernformen) □ Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p><input type="checkbox"/> Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p><input type="checkbox"/> Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p>	<p><input type="checkbox"/> erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p> <p><input type="checkbox"/> erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</p>	<p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i> (ca. 7 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Antibiotika-Resistenz bei Bakterien) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</p> <p><input type="checkbox"/> Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz (Problemorientierung) unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</p> <p><input type="checkbox"/> Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)</p> <p><i>Kontext:</i> Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität (Anwendungsbezug)</p> <p><input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale</p> <p><input type="checkbox"/> epigenetische Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der spezifischer Modellierungen</p>



UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	<input type="checkbox"/> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). <input type="checkbox"/> bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) <input type="checkbox"/> Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse <input type="checkbox"/> Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen <input type="checkbox"/> <i>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</i> <p><i>Kontext:</i> monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Beschreibung der Unterschiede zw. somatischer Gen- & Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver & normativer Aussagen <input type="checkbox"/> Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, ggf. auf Verweis mit Verweis auf das Berufsbild des Humangenetikers (Handlungsorientierung) <input type="checkbox"/> Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive



UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung,
fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial	<input type="checkbox"/> erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).	<p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal zur Wdh. des Reiz-Reaktions-Schemas (<i>Handlungsorientierung</i>) <input type="checkbox"/> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon <input type="checkbox"/> z. B. Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial <input type="checkbox"/> Potenzialmessungen 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). <input type="checkbox"/> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). 		<p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) (z. B. <i>eigenständige Aufarbeitung im Vorhinein</i>) <input type="checkbox"/> Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) <input type="checkbox"/> Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen, z. B. tödliche Injektion einer Kaliumlösung (<i>Problemorientierung</i>) <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials <input type="checkbox"/> z. B. Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen (<i>naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg; Vorbereitung auf naturwissenschaftliche Studiengänge – bzw. Berufsbild: Wissenschaftler*innen</i>) <input type="checkbox"/> z. B. begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) <input type="checkbox"/> z. B. Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	<input type="checkbox"/> vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		<p><i>Kontext:</i> z. B. Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> z. B. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (<i>naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Informationsrecherche zur modellgestützten Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A δ -Fasern und langsameren C-Fasern (\rightarrow MKR 2.1 & 2.2) <input type="checkbox"/> Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung
<input type="checkbox"/> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse <input type="checkbox"/> Stoffeinwirkung an Synapsen	<input type="checkbox"/> erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). <input type="checkbox"/> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). <input type="checkbox"/> nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	<p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox oder andere Synapsengifte) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärvideo oder Fließschema (\rightarrow MKR 4.1 & 4.3; <i>Handlungsorientierung</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox oder andere Synapsengifte, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse (<i>Problemorientierung</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine; Ergänzung des Erklärvideo oder Fließschemas (\rightarrow MKR 4.1 & 4.3) <p><i>Kontext:</i> Schmerzmittel – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Vorstellung der Wirkungsweise einer exogenen Substanz zur Schmerzlinderung (z. B. Cannabis oder synthetische Opioide) <input type="checkbox"/> z. B. selbstständige Informationsrecherche und Analyse sowie Reflektion von Medienangeboten zur Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können (MKR 2.1–2.4 und 5.1 bis 5.3) <input type="checkbox"/> <i>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</i>



UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Energieumwandlung <input type="checkbox"/> Energieentwertung <input type="checkbox"/> Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel <input type="checkbox"/> ATP-ADP-System <input type="checkbox"/> Stofftransport zwischen den Kompartimenten <input type="checkbox"/> Chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p><i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i> Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP <input type="checkbox"/> Erarbeitung des Modells (z.B. Stopp-Motion-Film --> MKR 4.1) eines technischen Kraftwerks (z. B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) [1], <i>Handlungsorientierung</i> <input type="checkbox"/> Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen <input type="checkbox"/> Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2], <i>eigenständige Modellkritik</i>

**UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen****Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen erschließen (K)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Feinbau Mitochondrium <input type="checkbox"/> Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette <input type="checkbox"/> Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes (MKR 4.1) im Verlauf des Unterrichts (K9) <input type="checkbox"/> Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse <input type="checkbox"/> Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden <input type="checkbox"/> Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. <input type="checkbox"/> Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) (z.B. Erklärvideo MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H⁺ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten (<i>Problemorientierung</i>) <input type="checkbox"/> Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)



<p><input type="checkbox"/> Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p>	<p><input type="checkbox"/> erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</p> <p><input type="checkbox"/> nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</p>	<p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3] <input type="checkbox"/> angeleitete Recherche (zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] (→ MKR 2.1, 3.3, 2.4) <input type="checkbox"/> Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete, eigenständige Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]
---	---	---	---



UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,
fachliche Verfahren: Chromatografie

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- biologische Sachverhalte betrachten (S)
- fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	<input type="checkbox"/> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	<i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i> (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. <input type="checkbox"/> Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) → ggf. Besuch eines Schüler:innenlabors, z. B. bei „Just Science“ in Köln → Berufsorientierung durch Vorstellung biologischer Studien- & Ausbildungsberufe <input type="checkbox"/> Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Chemiosmotische ATP-Bildung <input type="checkbox"/> Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, <input type="checkbox"/> Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration <input type="checkbox"/> Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). 	<p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H⁺) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1) <input type="checkbox"/> Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse <input type="checkbox"/> Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1)



UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	<input type="checkbox"/> erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	<i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i> (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen: <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ S1) <input type="checkbox"/> Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem, z. B. mit Hilfe einer digitalen Concept Map (z. B. mithilfe von „Miro“ oder „kits“ → MKR 1.2) <input type="checkbox"/> Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (ggf. als Advance Organizer, auch digital begleitend möglich → MKR 1.2)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13). 	<p><i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standort-spezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) <input type="checkbox"/> Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) <input type="checkbox"/> Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. <input type="checkbox"/> Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz <input type="checkbox"/> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz <input type="checkbox"/> Ökologische Nische 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). <input type="checkbox"/> erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<p><i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) <input type="checkbox"/> Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) <input type="checkbox"/> Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> □ Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, □ Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> □ bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). □ analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>möglicher Kontext: Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Exkursion im Schulumfeld (z. B. Waldau oder Siegtalmündung), Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9) □ Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses □ Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) □ Internetrecherche (→ MKR 2.1 – 2.4) zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]



UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	<input type="checkbox"/> analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie) (<i>individuelle Einarbeitung</i>), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. <i>digitale Präsentationen</i> (→ MKR 4.1 bis 4.3) zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der <i>Fachsprache</i> und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (<i>Reflexionsanlass</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose <input type="checkbox"/> ggf. Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (<i>Vorbereitung auf forschende Berufsfelder</i>)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	<input type="checkbox"/> erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	<p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> z. B. Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz oder Informationsrecherche von eigenen Fallbeispielen (→ MKR 2.1 bis 2.3) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (Anwendungsbezug, direkte persönliche Relevanz für alle Beteiligten) <input type="checkbox"/> ggf. Untersuchung der medialen Darstellung (→ MKR 5.1 bis 5.3)



UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,
Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	<input type="checkbox"/> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).	<i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen <input type="checkbox"/> Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) <input type="checkbox"/> Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene <input type="checkbox"/> Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p><input type="checkbox"/> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p><input type="checkbox"/> Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p>	<p><input type="checkbox"/> erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) <input type="checkbox"/> Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung <p><i>Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen (→ MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) <input type="checkbox"/> Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen <input type="checkbox"/> Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen



UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	<input type="checkbox"/> begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	<i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 5 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> z. B. Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (wie etwa Mittlerer Grundfink oder Purpurastrilde)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ggf. Individuelle Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei z. B. Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen <input type="checkbox"/> Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion <input type="checkbox"/> ggf. Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <input type="checkbox"/> ggf. Thematisierung der Nature of Science anhand der Evolutionstheorie



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p>□ Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>	<p>□ erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> z. B. Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ ggf. individuelle Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens z. B. in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (Problemorientierung) □ Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler & ultimativer Ursachen (vs. finaler Begründung) □ ggf. Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <p><i>Kontext:</i> z. B. Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ ggf. individuelle Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus (Problemorientierung) □ Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen □ ggf. Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer & proximaler Ursachen
<p>□ Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p>	<p>□ erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> z. B. Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf z. B. das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen (Problemorientierung) □ Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen □ Zsmf. der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
			<p><i>Kontext:</i> z. B. Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (wie etwa Mittlerer Grundfink oder Purpurastrilde) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ggf. Individuelle Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei z. B. Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen <input type="checkbox"/> Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion <input type="checkbox"/> ggf. Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <input type="checkbox"/> ggf. Thematisierung der Nature of Science anhand der Evolutionstheorie


UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft
Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	<input type="checkbox"/> erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).	<i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i> (ca. 4 Ustd.)	Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache <input type="checkbox"/> Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen <input type="checkbox"/> Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung <input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen <input type="checkbox"/> Reflexion der ultimativen und proximalen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	<input type="checkbox"/> deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). <input type="checkbox"/> analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).	<p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese <input type="checkbox"/> Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <input type="checkbox"/> Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: (z. B. Macrauchenia) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche <input type="checkbox"/> Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene <input type="checkbox"/> Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten <input type="checkbox"/> Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	<input type="checkbox"/> deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). <input type="checkbox"/> begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	<p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite <input type="checkbox"/> Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <p><i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft <input type="checkbox"/> Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen (<i>recherchierten</i>) Quellen (→ <i>MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4</i>)



2.3.2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der QUALIFIKATIONSPHASE - LEISTUNGSKURS [Q1/2]

UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

molekulargenetische Grundlagen des Lebens, fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	<input type="checkbox"/> leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).	<i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i> (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), eigenständige Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA <input type="checkbox"/> Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise <input type="checkbox"/> Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
	<p><input type="checkbox"/> erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p> <p><input type="checkbox"/> deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</p>	<p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basis-konzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) <input type="checkbox"/> Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur eigenen Strukturierung der Informationen <input type="checkbox"/> Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (<i>Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung</i>) unter Anwendung der Fachsprache (→ MKR 2.1 & 2.3) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien <input type="checkbox"/> Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne z.B. unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema <input type="checkbox"/> Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt <input type="checkbox"/> Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung und ggf. weiterer Experimente <input type="checkbox"/> Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p><input type="checkbox"/> Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p>	<p><input type="checkbox"/> erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p> <p><input type="checkbox"/> erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p>	<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten <input type="checkbox"/> Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation (<i>selbstständige kooperative Lernformen</i>) <input type="checkbox"/> Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten (<i>ggf. T-P-S</i>) <p>Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p><i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Antibiotika-Resistenz bei Bakterien) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF) <input type="checkbox"/> Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz (Problemorientierung) unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) <input type="checkbox"/> Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) <p>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</p>



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> PCR <input type="checkbox"/> Gelelektrophorese	<input type="checkbox"/> erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).	<p><i>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR (z.B. über ein Lernvideo) <input type="checkbox"/> Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR, ggf. Besuch KölnPub oder „Just Science“ <input type="checkbox"/> Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden, Verweis auf das Berufsbild des (Epi)-Genetikers, des MTAs etc.



UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz	<input type="checkbox"/> erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). <input type="checkbox"/> erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).	<p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i> (ca. 10 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität <input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale (Basiskonzept Steuerung und Regelung) <input type="checkbox"/> Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges <input type="checkbox"/> Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse <input type="checkbox"/> Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p>☐ Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</p>	<p>☐ begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</p> <p>☐ begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</p>	<p><i>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) ☐ Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung) ☐ Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus ☐ Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen <p><i>Kontext:</i> Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) ☐ Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen ☐ Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung und entsprechende Recherche (→ MKR 2.1) ☐ Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe, Verweis auf die entsprechenden Berufsbilder



UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

molekulargenetische Grundlagen des Lebens, fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, gentherapeutische Verfahren

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie <input type="checkbox"/> Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). <input type="checkbox"/> erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). 	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</i> <i>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) <input type="checkbox"/> Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse <input type="checkbox"/> Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen <p><i>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</i></p> <p><i>Kontext:</i> Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	<input type="checkbox"/> bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).	<i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i> (ca. 6 Ustd.)	<input type="checkbox"/> Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme <input type="checkbox"/> Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von <input type="checkbox"/> Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen (→ MKR 2.3 & 2.4) <input type="checkbox"/> <i>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</i> <i>Kontext:</i> Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <input type="checkbox"/> Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen (→ MKR 2.2) <input type="checkbox"/> Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen <input type="checkbox"/> Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive <input type="checkbox"/> ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven



UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung,
fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial	<input type="checkbox"/> erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). <input type="checkbox"/> entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).	<p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i> (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal zur Wdh. des Reiz-Reaktions-Schemas (<i>Handlungsorientierung</i>) <input type="checkbox"/> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon <input type="checkbox"/> z.B. Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion <p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) (<i>z.B. eigenständige Einarbeitung im Vorhinein</i>) <input type="checkbox"/> Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) <input type="checkbox"/> Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen, z. B. tödliche Injektion einer Kaliumlösung (<i>Problemorientierung</i>)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial <input type="checkbox"/> neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen <input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). <input type="checkbox"/> vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 		<p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Aktionspotenzialphasen <input type="checkbox"/> z. B. Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen (<i>naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg; Vorbereitung auf naturwissenschaftliche Studiengänge – bzw. Berufsbild: Wissenschaftler*innen</i>) <input type="checkbox"/> z. B. begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) <input type="checkbox"/> z. B. Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials <p><i>Kontext:</i> z. B. Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> z. B. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (<i>naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</i>) <input type="checkbox"/> z. B. <i>Informationsrecherche</i> zur modellgestützten Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern (<i>MKR 2.1 & 2.2</i>) <input type="checkbox"/> Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Störungen des neuronalen Systems 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). 	<p><i>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung (z. B. multiple Sklerose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erarbeitung eines Krankheitsbildes (z. B. multiple Sklerose: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden) <input type="checkbox"/> Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	<input type="checkbox"/> erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	<p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen</p> <p>Kontext: Sinneszellen und ihre adäquaten Reize zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> z. B. Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung (<i>Anwendungsbezug</i>) <input type="checkbox"/> Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt (<i>ggf. digital; MKR 4.1 & 4.2</i>) <input type="checkbox"/> Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle <p>Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale (<i>ggf. eigenständige Erarbeitung</i>)</p>



UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse <input type="checkbox"/> Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). <input type="checkbox"/> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). <input type="checkbox"/> erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). 	<p><i>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox oder andere Synapsengifte) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärvideo oder Fließschema (→ MKR 4.1 & 4.3) <input type="checkbox"/> z. B. Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox oder andere Synapsengifte, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse (Problemorientierung) <input type="checkbox"/> z. B. Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine; Ergänzung des Erklärvideo oder Fließschemas (→ MKR 4.1 & 4.3) <p><i>Kontext:</i> z. B. Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vgl. erregender & hemmender Synapse sowie EPSP-IPSP-Verrechnung <input type="checkbox"/> z. B. Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen <input type="checkbox"/> z. B. Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen (Anwendungsbezug)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stoffeinwirkung an Synapsen	<input type="checkbox"/> nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).		<p><i>Kontext:</i> Schmerzmittel – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Vorstellung der Wirkungsweise einer exogenen Substanz zur Schmerzlinderung (z. B. Cannabis oder synthetische Opioide) <input type="checkbox"/> z.B. selbstständige Informationsrecherche und Analyse sowie Reflektion von Medienangeboten zur Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können (→ MKR 2.1 bis 2.4 und 5.1 bis 5.3) <input type="checkbox"/> zu eigenständigem Denken und freien Meinungsäußerung bei bioethischen Fragestellungen ermutigen
<input type="checkbox"/> Zelluläre Prozesse des Lernens	<input type="checkbox"/> erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	<p><i>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Lernen verändert das Gehirn <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung <input type="checkbox"/> Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle, Belohnung
<input type="checkbox"/> Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	<input type="checkbox"/> beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	<p><i>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> z. B. Körperliche Reaktionen auf Schulstress <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I) (z.B. eigenständige Einarbeitung im Vorhinein) <input type="checkbox"/> Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen <input type="checkbox"/> Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme <input type="checkbox"/> ggf. Vertiefung durch Recherche (→ MKR 2.1 & 2.2) der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten (Anwendungsbezug)



UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Energieumwandlung <input type="checkbox"/> Energieentwertung <input type="checkbox"/> Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel <input type="checkbox"/> ATP-ADP-System <input type="checkbox"/> Stofftransport zwischen den Kompartimenten <input type="checkbox"/> chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p><i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i> Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP <input type="checkbox"/> Erarbeitung des Modells (z.B. Stopp-Motion-Film --> MKR 4.1) eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I) [1] <i>Handlungsorientierung</i> <input type="checkbox"/> Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] <input type="checkbox"/> Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP. Die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) [2] <i>eigenständige Modellkritik</i> <input type="checkbox"/> Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung (<i>Problemorientierung</i>) des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen)

**UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen****Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen erschließen (K)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Feinbau Mitochondrium <input type="checkbox"/> Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette <input type="checkbox"/> Energetisches Modell der Atmungskette <input type="checkbox"/> Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). <input type="checkbox"/> vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1] <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes (MKR 4.1) im Verlauf des Unterrichts (K9) <input type="checkbox"/> Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse <input type="checkbox"/> Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP (Problemorientierung) gebildet werden <input type="checkbox"/> Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p><i>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD⁺ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) Problemorientierung <input type="checkbox"/> Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD⁺ <input type="checkbox"/> Verwendung geeigneter Darstellungsformen (Gegenüberstellung in einer Präsentation MKR 4.1, 4.2) für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) <input type="checkbox"/> ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stoffwechselregulation auf Enzymebene	<input type="checkbox"/> erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). <input type="checkbox"/> nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	<i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i> (ca. 6 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF) <input type="checkbox"/> Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z. B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12) <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3] <input type="checkbox"/> angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autor:innen (K4) [4] (→ MKR 2.1, 3.3, 2.4) <input type="checkbox"/> Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete, eigenständige Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5] z.B. Ableitung für den eigenständig, verantwortungs- und gesundheitsbewussten Umgang mit NEM



UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	<input type="checkbox"/> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	<p><i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext:</p> <p>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität <input type="checkbox"/> Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) → ggf. Besuch eines Schüler:innenlabors, z. B. bei „Just Science“ in Köln → Berufsorientierung durch Vorstellung biologischer Studien- & Ausbildungsberufe <input type="checkbox"/> Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> chemiosmotische ATP-Bildung <input type="checkbox"/> energetisches Modell der Lichtreaktionen <input type="checkbox"/> Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, <input type="checkbox"/> Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration <input type="checkbox"/> Tracer-Methode <input type="checkbox"/> Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). <input type="checkbox"/> erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). <input type="checkbox"/> werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). 	<p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i> (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9) → ggf. als Lernvideovisualisierung (MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) <input type="checkbox"/> Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H⁺ berücksichtigt (K11) [5] → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) <input type="checkbox"/> Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) <input type="checkbox"/> Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9) → ggf. als Lernvideovisualisierung (→ MKR 4.1) <input type="checkbox"/> Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)



UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Funktionale Anpassungen: Blattaufbau <input type="checkbox"/> C₄-Pflanzen <input type="checkbox"/> Stofftransport zwischen Kompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄- Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7). 	<p><i>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung <input type="checkbox"/> Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C₃- und C₄-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede <input type="checkbox"/> Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco <input type="checkbox"/> fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	<input type="checkbox"/> beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).	<p><i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> angeleitete Recherche (→ MKR 2.1 – 2.4) zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] <input type="checkbox"/> Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) <input type="checkbox"/> Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) → biotechnologische Berufsfelder einbeziehen, z. B. Verfahrenstechniker:in, Landwirt:in <input type="checkbox"/> Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) <input type="checkbox"/> Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12) → Auswirkung auf Lebensmittelindustrie, Pharmazie, Forschungs-/Prüfanstalten



UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,
fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	<input type="checkbox"/> erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	<i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i> (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ S1) <input type="checkbox"/> Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem, z. B. mit Hilfe einer digitalen Concept Map (z. B. mithilfe von „Miro“ oder „kits“ → MKR 1.2) <input type="checkbox"/> Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (ggf. als Advance Organizer, auch digital begleitend möglich → MKR 1.2)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	<input type="checkbox"/> untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13).	<i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i> (ca. 8 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standort-spezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) <input type="checkbox"/> Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen, z. B. als selbstgeplanter Temperaturorgelversuch mit Mehlwürmern <input type="checkbox"/> Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) <input type="checkbox"/> Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung <input type="checkbox"/> Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) <input type="checkbox"/> Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren <input type="checkbox"/> Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, <input type="checkbox"/> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz <input type="checkbox"/> Ökologische Nische <input type="checkbox"/> Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, <input type="checkbox"/> Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). <input type="checkbox"/> erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). <input type="checkbox"/> bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). <input type="checkbox"/> analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p><i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) <input type="checkbox"/> Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) <input type="checkbox"/> Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) <input type="checkbox"/> Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimative Erklärung der Einnischung (K7,8) <p><i>möglicher Kontext:</i></p> <p>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Exkursion im Schulumfeld (z. B. Waldau oder Siegtalmündung), Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9) <input type="checkbox"/> Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses <input type="checkbox"/> Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) <input type="checkbox"/> Internetrecherche (→ MKR 2.1 – 2.4) zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]



UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,
Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum <input type="checkbox"/> Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9). 	<p><i>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung z. B. an Altindustriestandorten?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> z. B. Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (ggf. Querbezug: Mathematik) <input type="checkbox"/> Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren <input type="checkbox"/> z. B. Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (→ MKR 2.1 bis 2.3) ggf. Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) (Problemorientierung) <input type="checkbox"/> kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	<input type="checkbox"/> analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 6 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie) (<i>individuelle Einarbeitung</i>), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. <i>digitale Präsentationen</i> (→ MKR 4.1 bis 4.3) zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der <i>Fachsprache</i> und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (<i>Reflexionsanlass</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose <input type="checkbox"/> ggf. Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (<i>Vorbereitung auf forschende Berufsfelder</i>) <input type="checkbox"/> z. B. Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und <i>kritische Reflexion</i> der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> □ Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität □ Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> □ erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). □ analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> □ z. B. Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz oder Informationsrecherche von eigenen Fallbeispielen (MKR 2.1 bis 2.3) □ Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (Anwendungsbezug, direkte persönliche Relevanz für alle Beteiligten) □ z. B. Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher □ z. B. Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes) (MKR 2.1 und 2.2) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten □ z. B. Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (Problemorientierung) □ ggf. Untersuchung der medialen Darstellung zur Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (MKR 5.1 bis 5.3)



UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,
Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	<input type="checkbox"/> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).	<i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen <input type="checkbox"/> Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) <input type="checkbox"/> Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene <input type="checkbox"/> Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf <input type="checkbox"/> Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts <input type="checkbox"/> Ökologischer Fußabdruck 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). <input type="checkbox"/> beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). 	<p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) <input type="checkbox"/> Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung <input type="checkbox"/> Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (→ MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) <p><i>Kontext:</i> aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7] <input type="checkbox"/> Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen (→ MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) <input type="checkbox"/> Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen <input type="checkbox"/> Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich <input type="checkbox"/> Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (Verweis auf das Berufsbild des Wissenschaftsjournalist) <input type="checkbox"/> ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stickstoffkreislauf <input type="checkbox"/> Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung	<input type="checkbox"/> analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). <input type="checkbox"/> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).	<p><i>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <input type="checkbox"/> Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. <input type="checkbox"/> Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und (digitale) Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (→ MKR 4.1, 4.2) <input type="checkbox"/> Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (→ MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)



UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	<input type="checkbox"/> begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	<i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 6 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> z. B. Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (wie etwa Mittlerer Grundfink oder Purpurastrilde)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ggf. Individuelle Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei z. B. Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen <input type="checkbox"/> Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion <input type="checkbox"/> ggf. Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <input type="checkbox"/> ggf. Thematisierung der Nature of Science anhand der Evolutionstheorie



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<p>□ Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>	<p>□ erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> z. B. Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>□ ggf. Individuelle Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens z. B. in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (Problemorientierung)</p> <p>□ Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen</p> <p>□ ggf. Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</p>
<p>□ Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p>	<p>□ erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</p>	<p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> z. B. Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>□ ggf. individuelle Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus (Problemorientierung)</p> <p>□ Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</p> <p>□ ggf. Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen</p> <p><i>Kontext:</i> Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>□ Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen</p> <p>□ Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen (Reflexionsanlass)</p>



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	<input type="checkbox"/> erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	<i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (ca. 2 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> z. B. Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf z. B. das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen (<i>Problemorientierung</i>) <input type="checkbox"/> Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen <p>Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</p>



UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	<input type="checkbox"/> erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).	<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache <input type="checkbox"/> Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen <input type="checkbox"/> Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung <input type="checkbox"/> Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen <input type="checkbox"/> Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	<input type="checkbox"/> deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). <input type="checkbox"/> analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).	<p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese <input type="checkbox"/> Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <input type="checkbox"/> Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: (z.B. Macrauchenia) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche <input type="checkbox"/> Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen <input type="checkbox"/> Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene <input type="checkbox"/> Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten <input type="checkbox"/> Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	<input type="checkbox"/> deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). <input type="checkbox"/> begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	<p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite <input type="checkbox"/> Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <p><i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft <input type="checkbox"/> Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen (recherchierten) Quellen (→ MKR 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)



UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca.10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
<input type="checkbox"/> Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	<input type="checkbox"/> diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).	<i>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?</i> (ca. 7 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i> Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen <input type="checkbox"/> Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen aus der Sammlung und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte, <input type="checkbox"/> Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen



inhaltliche Aspekte	konkretisierte Kompetenzerwartungen Schüler:innen ...	Sequenzierung: Leitfragen	didaktisch-methodische Umsetzung (exemplarische schulinterne Empfehlungen)
	<input type="checkbox"/> analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9).	<i>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?</i> (ca. 3 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Kultur und Tradition – typisch Mensch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen <input type="checkbox"/> Reflexion ultimer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen <input type="checkbox"/> Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (z.B. Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung



Kompetenzerwartungen (bis zum Ende der QUALIFIKATIONSPHASE [Q1/2])

Sachkompetenz – Biologische Sachverhalte betrachten:

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

Sachkompetenz – Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten:

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

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln:

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

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

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

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren:

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

Erkenntnisgewinnungskompetenz – Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren:

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

**Kommunikationskompetenz – Informationen erschließen**

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

Kommunikationskompetenz – Informationen aufbereiten

- K5 – Die Schüler:innen strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.
- K6 – Die Schüler:innen unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache.
- K7 – Die Schüler:innen erklären Sachverhalte aus ultimativer und proximativer Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen.
- K8 – Die Schüler:innen unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen.
- K9 – Die Schüler:innen nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander.
- K10 – Die Schüler:innen verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

Kommunikationskompetenz – Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

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

Bewertungskompetenz – Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen:

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

Bewertungskompetenz – Kriteriengeleitete Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

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



Bewertungskompetenz – Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren:

B10 – Die Schüler:innen reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen.

B11 – Die Schüler:innen reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive.

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



2.4 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen.

2.4.1 Überfachliche Grundsätze

- Zielgerichtete Problemstellungen bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Medien und Arbeitsmittel sind schülernah gewählt.
- Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs. Dabei fördert und fordert der Unterricht eine aktive Teilnahme der Schüler:innen.
- Die Schülerinnen und Schüler werden bei selbstständiger Arbeit unterstützt und an eigenverantwortliche Strukturierung ihrer Lernprozesse herangeführt.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.

2.4.2 Fachliche Grundsätze:

- Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an den ausgewiesenen Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- Der Biologieunterricht ist schüler- und handlungsorientiert.
- Der Biologieunterricht ist kumulativ, d. h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken in Bezug auf biologische Prinzipien.
- Der Biologieunterricht veranschaulicht Strukturen und Gesetzmäßigkeiten exemplarisch.
- Der Biologieunterricht bietet Gelegenheit, wissenschaftliche Erkenntnisprozesse zu reflektieren.
- Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Schüler:innen transparent.

2.5 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem Leistungskonzept des Beethoven-Gymnasiums die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Grundlage der Leistungsbewertung sind in der Sekundarstufe II alle von der Schülerin bzw. dem Schüler im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ und im Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“ erbrachten Leistungen. Beiden Beurteilungsbereichen kommt der gleiche Stellenwert zu. Im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ sind alle Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klausuren und der Facharbeit erbringt.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die „Sonstige Mitarbeit“ erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber bei der Bekanntgabe der Quartalsnoten. Dabei soll die individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven im Fokus stehen.



2.5.1 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Aus dem folgenden Katalog können Beiträge zur Bewertung von Schüler:innenleistungen in der Sekundarstufe II herangezogen werden:

Experimentelle und fachpraktische Aufgaben

Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Biologieunterrichts gerecht. Diese können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben Formulierung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf der Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und / oder quantitative Untersuchung von Zusammenhängen auch im Rahmen von Untersuchungen oder Feldstudien.

Analyseaufgaben

Analyseaufgaben können sich beispielsweise aus experimentellen Aufgaben ergeben, indem gewonnene Daten oder Messreihen ausgewertet und zur Überprüfung oder Generierung von Hypothesen bzw. Modellen genutzt werden. Die Auswertung und Evaluation experimentell gewonnener Daten geht auch mit der Reflexion des Versuchsplans und der systematischen sowie der individuellen Fehler einher. Die Analyse und Interpretation von Daten im Hinblick auf Trends und Gesetzmäßigkeiten führt zur Beantwortung biologischer Fragestellungen.

Präsentationsaufgaben

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

Darstellungsaufgaben

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/oder Erklären eines biologischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

Bewertungs-/ Beurteilungsaufgaben

Das Fach Biologie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unterscheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.



2.5.2 Beurteilungsbereich: Klausuren

<i>Stufe</i>	<i>Kursart</i>	<i>Anzahl Aufgaben</i>	<i>Klausurdauer</i>
EF.1	GK	2	90 Minuten
EF.2	GK	2	90 Minuten
Q1.1	GK	2	105 Minuten
Q1.1	LK	2	135 Minuten
Q1.2	GK	2	135 Minuten
Q1.2	LK	2	180 Minuten
Q2.1	GK	3	180 Minuten
Q2.1	LK	3	225 Minuten
Q2.2 (Klausur unter Abiturbedingungen)	GK	3 (von 4)*	255 Minuten (inkl. Auswahlzeit)
Q2.2 (Klausur unter Abiturbedingungen)	LK	3 (von 4)*	300 Minuten (inkl. Auswahlzeit)
Abitur	GK	3 (von 4)	255 Minuten (inkl. Auswahlzeit)
Abitur	LK	3 (von 4)	300 Minuten (inkl. Auswahlzeit)

* bei Nachschreibklausuren 3 Aufgaben ohne Auswahlmöglichkeit

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelerten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches inhaltsbezogene Teilleistungen und darstellungsbezogene Leistungen ausweist.

Für eine ausführliche Darstellung der Bewertungskriterien sei auf die Begleitmaterialien zum Kernlehrplan Biologie Sek. II verwiesen:

https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/bi/Grundsaeetze_Leistungsbewertung_Biologie.docx



2.6 Hinweise zum „Distanzlernen“

Leistungsbewertung im Falle einer verordneten Quarantäne und im Falle des angeordneten „Distanzunterrichts“

2.6.1 Quarantäne von Schüler:innen

Nehmen Schüler:innen auf Grund verordneter Quarantäne nicht am Präsenzunterricht teil, gelten – wenn keine Krankheitssymptome vorliegen – folgende Regelungen:

- Die Schüler:innen sind verpflichtet, sich kontinuierlich über den Unterrichtsablauf zu informieren und den Kontakt zur Lehrkraft aufzunehmen. Die Kontaktaufnahme wird von der Lehrkraft dokumentiert.
- Die Teilnahme am Unterricht „auf Distanz“, d. h.
 - falls technisch möglich und falls zwischen Lehrkraft und Schüler:in abgesprochen, Teilnahme am Unterricht über Hinzuschaltung (Videokonferenz),
 - die Anfertigung der laufenden mündlichen und schriftlichen Unterrichtsaufgaben (Einzel-, -Partner- oder Gruppenarbeitsphasen) und der schriftlichen Hausaufgaben u. Ä. sowie ihre termingerechte Übermittlung, wird in die Leistungsbeurteilung „Sonstige Mitarbeit“ am Ende des Quartals miteinbezogen.
- Erfolgt seitens dem:der Schüler:in keine Kontaktaufnahme und keine Weiterarbeit am Lernstoff sowie keine Beteiligung am Unterrichtsgeschehen über „Lernen auf Distanz“ (s. o.) wird dies als Leistungsdefizit gewertet. Sollte der:die Schülerin bzw. auf eine direkte Kontaktaufnahme durch die Lehrkraft über „Teams“, Telefon oder per E-Mail innerhalb von drei Tagen nicht reagieren, wird dies als nicht erbrachte Leistung gewertet.
- Außerdem kann im Fall der Quarantäne über zwei Wochen hinaus ein selbstständig angefertigtes Produkt (z. B. Präsentation über Power-Point, ein Aufsatz) eingefordert werden. Diese selbstständige Arbeit ist thematisch, inhaltlich und methodisch dem Unterricht der jeweiligen Lerngruppe angepasst und wird individuell zwischen Lehrerin bzw. Lehrer und Schülerin bzw. Schüler festgelegt. Die Leistungserbringung erfolgt während des Arbeitsprozesses und durch die Vorlage des Endproduktes in dem zeitlich fest gesetzten Rahmen. Von der Lehrerin bzw. dem Lehrer kann die Eigenständigkeit und das Verständnis des Themas und seiner Bearbeitung durch ein Gespräch am Telefon (über Teams oder Festnetz) oder via Videokonferenz während des Unterrichts (s. o.) überprüft werden. Bei dieser Kontaktaufnahme bzw. Präsentation während des Unterrichts zeigt der:die Schüler:in, dass sie bzw. er die bisherigen Ergebnisse selbstständig angefertigt und verstanden hat. Die Bewertung berücksichtigt sowohl den Arbeitsprozess sowie das Endprodukt.
- Die Beurteilung der auf diesem Weg in die Sonstige Mitarbeit eingebrachten Leistungen erfolgt auf der Grundlage des Erlasses des MSW vom 5. Okt. 2020.

2.6.1 Quarantäne der Lehrkraft oder allgemeiner Unterricht auf Distanz

Für den Fall der Quarantäne der Lehrkraft, der gesamten Lerngruppe oder des durch das Land bzw. der Stadt Bonn verordneten „Unterrichts auf Distanz“ gelten analoge Regelungen. Die Schüler:innen haben sich entsprechend ihrer Unterrichtsstunden über die von der Lehrkraft bzw. dem Lehrer übermittelten Aufgaben zu informieren, diese anzufertigen und termingerecht zu übermitteln. Die Lehrerin bzw. der Lehrer kann (i. A. zur Zeitpunkt der im Stundenplan festgesetzten Unterrichtszeit) Videokonferenzen durchführen. Die aktive Teilnahme ist hieran verpflichtend. Beurteilt werden in diesem Zeitraum die termingerecht bereitgestellten Hausaufgaben, ggf. auch die Erledigung einer längerfristigen Arbeit (s. o.) sowie die aktive Teilnahme am Unterrichtsgeschehen als Videokonferenz.



2.7 Lehr- und Lernmittel

Schulbuch: Oberstufe: Natura Biologie Gesamtband Ausgabe Nordrhein-Westfalen, Klett (2023)



3 Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als ‚lebendes Dokument‘ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte regelmäßig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

4. Aufgabenbereiche

Fachvorsitz: Herr Goßner (Vorsitzender)
 Frau Wirtz (Stellvertreterin)

Sammlungsleitung: Herr Goßner

Stand: 29.01.2024