

Gutenberg-Gymnasium Bergheim

**Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

Biologie

Jahrgangsstufe Q1/Q2

(Stand: 29.01.2024)

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Gutenberg-Gymnasium liegt in Bergheim im Rhein-Erft-Kreis.

Dort werden ca. 850 Schülerinnen und Schüler von ca. 70 Lehrerinnen und Lehrern unterrichtet. Die Schülerinnen und Schüler kommen aus der Stadt Bergheim, viele auch aus umliegenden kleineren Gemeinden im Kreis Bergheim.

Die Unterrichtsstunden dauern 45 Minuten, wobei ein hoher Prozentsatz des erteilten Unterrichts im Doppelstundensystem erteilt wird. Die Schule verfügt über gut eingerichtete Fachräume. Alle Unterrichtsräume sind barrierefrei erreichbar.

Die Nähe zu Köln ermöglicht Kooperationsmöglichkeiten mit verschiedenen Einrichtungen, wie z.B. der Universität, dem Kölner Zoo und weiteren wissenschaftlichen Institutionen. In der Sekundarstufe I ist die Schule meistens vierzünftig, in der gymnasialen Oberstufe besuchen durchschnittlich 100 Schülerinnen und Schüler je einen Jahrgang.

In der Oberstufe kooperiert das Gutenberg-Gymnasium mit dem Bergheimer Erftgymnasium und dem Bedburger Silverberg-Gymnasium. Dies ermöglicht die Einrichtung einer hohen Anzahl von Kursen, wovon vor allem der Leistungskursbereich profitiert.

In der Regel werden in der Einführungsphase 3-4 Biologie-Grundkurse eingerichtet, aus denen sich für die Qualifikationsphase 2-3 Grundkurse und ein Leistungskurs entwickeln.

Der Unterricht der Sekundarstufe II erfolgt in einem der drei Biologie-Fachräume der Schule, in denen biologiespezifische Materialien zur Verfügung stehen. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden. Zudem verfügt die Sammlung über eine große Anzahl an 3-D Modellen von z.B. Pflanzenzellen, Nervenzellen sowie Körper- und Skelettmodelle. In jedem Fachraum finden sich zudem in ausreichender Anzahl alle benötigten Versuchsmaterialien und Stationenbetriebe zu verschiedensten Themen.

In unmittelbarer Nähe zur Schule verläuft der teilweise renaturierte Erftflutkanal. In Kooperation mit dem Erftverband können Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern genutzt werden. Die Stadt Bergheim stellt der Schule ein naturnahes Waldgebiet für waldökologische Untersuchungen zur Verfügung. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab.

Insgesamt steht das WLAN-Netz der Schule für die Schülerinnen und Schüler der Oberstufe zur Verfügung, die ab der Einführungsphase ihre eigenen Endgeräte (Tablets) im Unterricht nutzen können. Für größere Projekte stehen zusätzlich drei Informatikräume mit ausreichender Zahl an Computern zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Die Lehrerbesezung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

Exkursionen können innerhalb des Rheinlands problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden, z.B. das *BayLab* in Monheim, das *Stiftung Neanderthal-Museum* in Mettmann oder das *Zoologische Forschungsmuseum Alexander Koenig* in Bonn. Den im

Schulprogramm ausgewiesenen Zielen, Schülerinnen und Schüler ihren Begabungen und Neigungen entsprechend individuell zu fördern und ihnen Orientierung für ihren weiteren Lebensweg zu bieten, fühlt sich die Fachgruppe Biologie in besonderer Weise verpflichtet.

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

Jg.	Fachunterricht in der Erprobungsstufe (Klasse 5 und 6)
5	BI (2)
6	BI (2)
	Fachunterricht in der Mittelstufe (Klasse 7 bis 10)
7	-----
8	-----
9	BI (2)
10	BI (2)
	Fachunterricht in der Oberstufe (EF sowie Q1 und Q2)
11	BI (3)
12	BI (3/5)
13	Bi (3/5)

Der Biologieunterricht soll 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 die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene. Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.2) werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechsellern für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.2) nur empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

2.2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

Übersicht Inhaltsfelder			
Einführungsphase			
UV-Z1	Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	Aufbau und Funktion der Zelle	ca. 24 Std
UV-Z2	Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	Biomembranen	ca. 22 Std
UV-Z3	Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	Mitose, Zellzyklus und Meiose	ca. 22 Std
UV-Z4	Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	Stoffwechsel und Enzyme	ca. 24 Std
Qualifikationsphase (Grundkurs)			
UV-GK-N1	Inhaltsfeld 2: Neurobiologie	Informationsübertragung durch Nervenzellen	ca. 20 Std
UV-GK-S1	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Energieumwandlung in lebenden Systemen	ca. 5 Std
UV-GK-S2	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen	ca. 11 Std
UV-GK-S3	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie	ca. 18 Std
UV-GK-Ö1	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen	ca. 16 Std
UV-GK-Ö2	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	ca. 9 Std
UV-GK-Ö3	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen	ca. 9 Std
UV-GK-G1	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	DNA – Speicherung und Expression genetischer Information	ca. 27 Std
UV-GK-G2	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Humangenetik und Gentherapie	ca. 8 Std
UV-GK-E1	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Evolutionsfaktoren und synthetische Evolutionstheorie	ca. 13 Std
UV-GK-E2	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Stammbäume und Verwandtschaft	ca. 16 Std

Qualifikationsphase (Leistungskurs)			
UV-LK-N1	Inhaltsfeld 2: Neurobiologie	Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron	ca. 18 Std
UV-LK-N2	Inhaltsfeld 2: Neurobiologie	Informationsweitergabe über Zellgrenzen	ca. 14 Std
UV-LK-S1	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Energieumwandlung in lebenden Systemen	ca. 6 Std
UV-LK-S2	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen	ca. 16 Std
UV-LK-S3	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie	ca. 24 Std
UV-LK-S4	Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie	Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung	ca. 8 Std
UV-LK-Ö1	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen	ca. 22 Std
UV-LK-Ö2	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	ca. 18 Std
UV-LK-Ö3	Inhaltsfeld 4: Ökologie	Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen	ca. 18 Std
UV-LK-G1	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	DNA – Speicherung und Expression genetischer Information	ca. 28 Std
UV-LK-G2	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	DNA – Regulation der Genexpression und Krebs	ca. 20 Std
UV-LK-G3	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie	ca. 18 Std
UV-LK-E1	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Evolutionen Faktoren und synthetische Evolutionstheorie	ca. 20 Std
UV-LK-E2	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Stammbäume und Verwandtschaft	ca. 16 Std
UV-LK-E2	Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution	Humanevolution und kulturelle Evolution	ca. 10 Std

Qualifikationsphase: Grundkurs

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Bau und Funktion von Nervenzellen: Ruhepotenzial	<ul style="list-style-type: none"> ... erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). ... 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></p> <p>(ca. 12 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ Vorwissen EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ Vorwissen EF) Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der

<p>Bau und Funktion von Nervenzellen: Aktionspotenzial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). 		<p>Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen • Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer)
<p>Bau und Funktion von Nervenzellen: Erregungsleitung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1-3). 		<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache • begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) • Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle • modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers oder Myelinisierung

<p>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). • ... erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). 	<p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung eines Nervengiftes, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse • Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffe an der Synapse; z.B. Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas
<p>Stoffeinwirkung an Synapsen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9) 		<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Wirkungsweise eines Schmerzmittels, z.B. des Cannabinoids THC. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. • Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Energieumwandlung Energieentwertung Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel ATP-ADP-System Stofftransport zwischen den Kompartimenten Chemiosmotische ATP-Bildung	<ul style="list-style-type: none"> ... stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i> (ca. 5 Std.)	<ul style="list-style-type: none"> 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 Erarbeitung des Modells z.B. anhand eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen

UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen erschließen (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Feinbau Mitochondrium</p> <p>Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Citratzyklus und Atmungskette</p> <p>Redoxreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 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 Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung <i>Hinweis:</i> Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des

<p>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufige Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1-4, E11, E12). • ... nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1-4, B5, B7, B9). 	<p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i></p> <p>(ca. 5 Std.)</p>	<p>Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) • Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)
--	---	---	---

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

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Aufbauender Stoffwechsel Fachliche Verfahren: Chromatographie</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (B)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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? (ca. 4 Std.)</i></p>	<p><i>Im UV 3 wird die Fotosynthese aufgrund der Verknüpfung der thematisierten abiotischen Faktoren mit dem anschließenden UV „Ökologie“ behandelt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. durch Messung mit digitalen Sensoren, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf

<p>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4-6, E3, K6-8). ... erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). 	<p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p> <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i></p> <p>(ca. 3 Std.)</p>	<p>Hypothesen (E 9–11)</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie z.B.: Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
<p>Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</p>			<ul style="list-style-type: none"> z.B.: Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge z.B.: Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (E4) Wiederholung des Feinbaus eines

			<p>Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
<p>Chromatographie</p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p> <p>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</p> <p>Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</p> <p>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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) • 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) • 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 • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p>	<p>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)</p>
---	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> ... erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8). 	<p><i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i></p> <p>(ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ S1) Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)

<p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... untersucht 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpassungen z.B. bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpassungen bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen. Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung 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)
<p>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz</p> <p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</p> <p>Ökologische Nische</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8) Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und

			<p>abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)
<p>Ökosystemmanagement: Ursache- Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen</p> <p>Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p>	<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). 	<p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i></p> <p>(ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung von Arten in der schulnahen Erft unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten (E3, E4, E7-9) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen</p> <p>Einfluss des Menschen auf Ökosysteme</p> <p>Nachhaltigkeit, Biodiversität</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p> <p>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</p> <p>Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</p> <p>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-8). ... erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). 	<p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i></p> <p>(ca. 5 Std.)</p> <p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)

			<ul style="list-style-type: none"> Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen (K14, B2, B5, B10)
--	--	--	--

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	<ul style="list-style-type: none"> ... 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 Std.)	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ S1) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten

<p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 2 Std.)</p> <p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 3 Std.)</p>	<p>Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen
--	---	---	---

			<ul style="list-style-type: none">• Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)• Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)• Im Leistungskurs: Ökosystem See – Exkursion nach Bettenfeld (Eifelmaare)
--	--	--	---

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Informationen

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • ... erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). 	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i> (ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF) anhand eines Modells zur Erklärung der Struktur der DNA • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHLE-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase

		<p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i> (ca. 6 Std.)</p>	<p>(Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (\rightarrow EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • z.B. Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (\rightarrow SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation • 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 • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA
--	--	---	---

		<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Std.)</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/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • z.B. Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • 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>Zusammenhang zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Mutation</p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf das Genprodukt und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). • ... erklärt die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). 	<p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zu Genmutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • 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

		<p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i></p> <p>(ca. 7 Std.)</p>	<p>und Funktion und Information und Kommunikation)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien • z.B. Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • z.B. Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung
--	--	---	--

UV GK-G2: Humangenetik und Genterapie

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Genterapie	<ul style="list-style-type: none"> ... analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). ... bewerten Nutzen und Risiken einer Genterapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7-9, B11). 	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p> <p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit genterapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Genterapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen

		(ca. 4 Std.)	<ul style="list-style-type: none">• Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen• Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive
--	--	--------------	---

UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Biologische Sachverhalte betrachten (S)</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
--	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). ... erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5-7, K7, K8). 	<p><i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 5 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung z.B. bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene

<p>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5-7, K7, K8). 	<p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</i> (ca. 2 Std.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 2 Std.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 2 Std.)</p> <p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (ca. 2 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse anhand eines Beispiels Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen
--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache
--	--	--	--

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
----------------------------	--	----------------------------------	---

<p>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</p> <p>Molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-wissenschaftlichen Vorstellungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). • ... deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • ... analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • ... deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • ... 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 kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p> <p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</i></p> <p>(ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen z.B. zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation z.B. der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen • Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen • Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des
---	---	--	---

		<p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i> (ca. 4 Std.)</p> <p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i> (ca. 3 Std.)</p> <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</p>	<p>Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen • Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten • Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen • 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 • Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung
--	--	---	--

		(ca. 2 Std.)	der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen
--	--	--------------	--

Qualifikationsphase: Leistungskurs

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Bau und Funktion von Nervenzellen: Ruhepotenzial	<ul style="list-style-type: none"> ... erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). ... 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></p> <p>(ca. 12 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ Vorwissen EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z.B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ Vorwissen EF) Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der

<p>Bau und Funktion von Nervenzellen: Aktionspotenzial</p> <p>neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). 		<p>Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen • Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer) • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache • Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen • begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) • Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle
<p>Bau und Funktion von Nervenzellen: Erregungsleitung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1-3). 		<ul style="list-style-type: none"> • modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:

			<p>Erhöhung des Axondurchmessers oder Myelinisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung anhand eines ausgewählten Beispiels.
<p>Störungen des neuronalen Systems</p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1-4, B2, B6). • ... erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	<p><i>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</i></p> <p>(ca. 2 Std.)</p> <p><i>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p>	<p>Erarbeitung eines ausgewählten Krankheitsbildes, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft • Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung • Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Sehsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt • Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</p> <p>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). ... erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). ... 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> (ca. 8 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung eines Nervengiftes, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen Anwendung der Hemmung an einem ausgewählten Beispiel ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung

			an Synapsen
Stoffeinwirkung an Synapsen	<ul style="list-style-type: none"> ... nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 		<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Wirkungsweise eines Schmerzmittels, z.B. des Cannabinoids THC. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können
Zelluläre Prozesse des Lernens	<ul style="list-style-type: none"> ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
Hormone:	<ul style="list-style-type: none"> ... beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung 	<p><i>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Vorwissen Sek I) Erarbeitung der wesentlichen

Qualifikationsphase: Leistungskurs

Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	Zusammen? (ca. 2 Ustd.)	Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen <ul style="list-style-type: none">• Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme• ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten
---	---	-----------------------------------	---

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Energieumwandlung</p> <p>Energieentwertung</p> <p>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p> <p>ATP-ADP-System</p> <p>Stofftransport zwischen den Kompartimenten</p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 Erarbeitung des Modells z.B. eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I) Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen

UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p>	<p>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)</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Feinbau Mitochondrium</p> <p>Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Citratzyklus und Atmungskette</p> <p>Energetisches Modell der Atmungskette</p> <p>Redoxreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). ... 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></p> <p>(ca. 8 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 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 Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung <p><u>Hinweis:</u> Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p>

<p>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...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>	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien • Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran • Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe • Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD^+ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) • Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD^+
---	---	--	--

<p>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufige Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1-4, E11, E12). • ... nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1-4, B5, B7, B9). 	<p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i></p> <p>(ca. 6 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) • Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF) • Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (E12) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)
--	---	---	---

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

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Aufbauender Stoffwechsel</p> <p>Fachliche Verfahren: Chromatographie, Tracer-Methode</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Biologische Sachverhalte betrachten (S)</p> <p>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</p> <p>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (B)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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? (ca. 4 Std.)</i></p>	<p><i>Im UV 3 wird die Fotosynthese aufgrund der Verknüpfung der thematisierten abiotischen Faktoren mit dem anschließenden UV „Ökologie“ behandelt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. durch Messung mit digitalen Sensoren, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)

<p>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4-6, E3, K6-8). 	<p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie z.B. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen z.B. Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)
<p>Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast</p> <p>Chromatographie</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). 	<p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> z.B. Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge z.B. Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (E4) Beschreibung des Aufbaus der

			<p>Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
<p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p> <p>Energetisches Modell der Lichtreaktionen</p> <p>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</p> <p>Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</p> <p>Tracer-Methode</p> <p>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • ... erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). • ...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></p> <p>(ca. 12 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) • 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) • Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) • 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 • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der

			<p>gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)</p> <ul style="list-style-type: none">• z.B. Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9)• 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

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Aufbauender Stoffwechsel</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</p> <p>Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</p> <p>C₄-Pflanzen</p> <p>Stofftransport zwischen Kompartimenten</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C₃- und C₄-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM

<p>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... 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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • z.B. angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) • Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)
--	--	---	---

UV LK-Ö1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p>	<p>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)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8). 	<p><i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i></p> <p>(ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des

<p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</p>	<ul style="list-style-type: none"> ... 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. 8 Std.)</p>	<p>Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen</p> <ul style="list-style-type: none"> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei z.B. Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung 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) Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter
--	--	---	---

			Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)
<p>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz</p> <p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</p> <p>Ökologische Nische</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). • ... 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. 7 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) • 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) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8)
<p>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen</p> <p>Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit fort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7-9, E15, K8). • ...analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein 	<p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i></p> <p>(ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exkursion nach Bettenfeld (Eifel): Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings am Windsbornkratersee und am Meerfelder Maar (E4, E7–9) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten

Erfassung von Arten in einem Areal	ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).		Erkenntnisgewinnungsprozesses • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)
------------------------------------	---	--	--

UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen Einfluss des Menschen auf Ökosysteme Nachhaltigkeit, Biodiversität</p>	<p>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)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</p> <p>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</p>	<ul style="list-style-type: none"> ...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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur

<p>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). 	<p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 6 Std.)</p>	<p>Populationsökologie (E12)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) • Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)
---	--	--	--

<p>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p> <p>Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</p>	<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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz • Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes) zu den Auswirkungen eines hormonartig wirkenden Pestizid auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) • 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) (E15) • Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2)
--	---	--	--

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

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen Einfluss des Menschen auf Ökosysteme Nachhaltigkeit, Biodiversität</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</p> <p>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</p> <p>Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p>	<ul style="list-style-type: none"> ...analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5). 	<p><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 5 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ S1) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)

<p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p>		<p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) • Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • Anwendung der erworbenen Kenntnisse z.B. am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) • Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2)
---	--	---	---

<p>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p> <p>Ökologischer Fußabdruck</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...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). • ...beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). 	<p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i></p> <p>(ca. 5 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) • ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“
---	---	--	---

<p>Stickstoffkreislauf</p> <p>Ökosystemmanagement: Ursache- Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • ...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 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).
--	--	---	--

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

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	<ul style="list-style-type: none"> • ...leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • ...erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • ...deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). 	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i> (ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (\rightarrow S1, \rightarrow EF), z.B. Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase

<p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>PCR</p> <p>Gelelektrophorese</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • ...erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). • ...erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). 	<p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i></p> <p>(ca. 8 Std.)</p>	<p>(Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (\rightarrow EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • z.B. Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (\rightarrow SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation • 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 unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Analyse von Experimenten zur
---	--	--	--

		<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Std.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Std.)</p>	<p>Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten) • Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • z.B. Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • 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) • Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter
--	--	--	---

		<p><i>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</i></p> <p>(ca. 6 Std.)</p>	<p>Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen • Alternativer Kontext: z.B. Antibiotika-Resistenz bei Bakterien • Besuch des Genlabors von Bayer • Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR • Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR • 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
--	--	--	--

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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</p> <p>Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • ...erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10). • ...begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti- 	<p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i> (ca. 10 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker und kriteriengeleitete Diskussion der

	<p>Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). 	<p><i>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</i></p> <p>(ca. 6 Std.)</p> <p><i>Welche Chancen bietet eine</i></p>	<p>verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung • 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 • Erläuterung der Nebenwirkungen
--	--	---	---

		<p><i>personalisierte Krebstherapie?</i> (ca. 4 Std.)</p>	<p>von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung
--	--	---	---

<p>UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Fachliche Verfahren: Gentechnik – Veränderung und Einbau von DNA gentherapeutische Verfahren</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p> <p>Gentechnik: Veränderung und Einbau von</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ... analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). • ... erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur 	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i> (ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen

<p>DNA, Gentherapeutische Verfahren</p> <p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p>	<p>Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).</p> <ul style="list-style-type: none"> ... bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). 	<p><i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</i></p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</i> (ca. 8 Std.)</p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i> (ca. 6 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung 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 Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive 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-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 <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness	<ul style="list-style-type: none"> ...begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). ...erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 6 Std.)	<ul style="list-style-type: none"> z.B. Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den

<p>Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7). • ...erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</i> (ca. 2 Std.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 3 Std.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 3 Std.)</p> <p><i>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und</i></p>	<p>Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse anhand eines Beispiels • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • z.B. Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von
--	---	---	--

		<p><i>Sozialsysteme bei Primaten erklären?</i> (ca. 4 Std.)</p> <p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (ca. 2 Std.)</p>	<p>Hypothesen zu den Strategien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf ein System unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen • Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache
--	--	---	---

UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</p> <p>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
<p>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</p> <p>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p>	<ul style="list-style-type: none"> ...erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). ...deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). 	<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i> (ca. 4 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution z.B. der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache Erläuterung der adaptiven Radiation z.B. der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen Ableitung des populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer

<p>Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • ...deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • ...begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). 	<p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</i> (ca. 3 Std.)</p> <p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i> (ca. 4 Std.)</p> <p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i> (ca. 3 Std.)</p>	<p>Isolationsmechanismen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen • Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen • Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen
---	--	--	---

		<p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i> (ca. 2 Std.)</p>	<p>auf der anderen Seite</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle
--	--	---	--

<p>UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens</p>	<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <i>Schülerinnen und Schüler...</i>	Sequenzierung: Leitfragen	Materialvorschläge und verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz
Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • ...diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). • ...analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9). 	<p><i>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?</i> (ca. 7 Std.)</p> <p><i>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?</i> (ca. 3 Std.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen • Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte • 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 • Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen • Reflexion ultimativer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen • Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung

2.3 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. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1. Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2. Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
3. Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4. Medien und Arbeitsmittel sind lernerorientiert gewählt.
5. Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
6. Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
7. Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8. Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
9. Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12. Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13. Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14. Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

15. Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
16. Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
17. Der Biologieunterricht ist lern- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
18. Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
19. Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.

20. Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
21. Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
22. Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
23. Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
24. Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
25. Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden.

2.4 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen. Die genannten Aspekte dienen als Anhaltspunkte und ist nicht abschließend und ausschließend zu verstehen:

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z.B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Arbeiten mit Modellen)
- Zielgerichtete Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Struktur, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituationen (z.B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback)
- Gemeinsames Arbeiten in unterschiedlichen kooperativen Lernformen
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivenwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

Beurteilungsbereich: Klausuren

Einführungsphase

1 Klausur pro Halbjahr (90 Minuten)

Qualifikationsphase 1

Grundkurs: 2 Klausuren pro Halbjahr (135 Minuten mit jeweils 2 Aufgaben)

Leistungskurs: 2 Klausuren pro Halbjahr (180 Minuten mit jeweils 2 Aufgaben)

Im zweiten Halbjahr kann in der letzten Klausur bereits eine Auswahl gegeben werden (2 Aufgaben aus 3 auswählen). Dann kommt eine Auswahlzeit von 30 Minuten hinzu.

Qualifikationsphase 2.1

Grundkurs: 2 Klausuren (180 Minuten mit jeweils 3 Aufgaben)

Leistungskurs: 2 Klausuren (225 Minuten mit jeweils 3 Aufgaben)

Qualifikationsphase 2.2

Grundkurs: 1 Klausur (225 Minuten + 30 Minuten Auswahlzeit, Auswahl von 3 Aufgaben aus 4)

Leistungskurs: 1 Klausur (270 Minuten + 30 Minuten Auswahlzeit, Auswahl von 3 Aufgaben aus 4)

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht. Die in der Einführungsphase erbrachten Schülerleistungen werden mit den Notenstufen gemäß § 48 Abs. 3 SchulG bewertet. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45% der zu erreichenden Punkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhaltsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

2.5 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Gutenberg Gymnasium derzeit das Werk „Natura“ aus dem Klett Verlag eingeführt. Ergänzend werden die Themenbände der Reihe „Biosphäre“ aus dem Cornelsen Verlag genutzt.

Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist aufgrund der Aktualisierung der eingeführten Werke im Zuge des neuen Kernlehrplans ab 2022 zu beraten. Zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII orientiert. Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen.

Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

Der Lehrplannavigator:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

Die Materialdatenbank:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/>

Die Materialangebote von SINUS-NRW:

<http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Biologie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Insbesondere erfolgt eine Kooperation mit den naturwissenschaftlichen Fächern und dem Fach Mathematik auf der Ebene einzelner Kontexte. So werden z.B. vor allem in der Ökologie Diagramme erstellt und interpretiert, sowie logistisches und exponentielles Populationswachstum behandelt, wobei das Vorwissen aus mathematischen Kontexten aufgegriffen und durch die biologische Betrachtungsweise neu eingeordnet wird. Auch greifen verschiedene Inhaltsfelder auf Inhalte des Fachs Chemie zurück (z.B. Redoxreaktionen im UV „Stoffwechselphysiologie“).

Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos oder der Bezirksregierungen bzw. der Kompetenzteams teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt und der Biologiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

Wettbewerbe

Mit Unterstützung der Lehrkräfte der Biologie haben die Schülerinnen und Schüler vielerlei Möglichkeiten an Wettbewerben teilzunehmen. Dazu zählen u.a. der „Bundesumwelt-Wettbewerb“, die „Biologie-Olympiade“ oder „Jugend forscht“. Bei Interesse begleitet und unterstützt die Fachschaft die Schülerinnen und Schüler bei ihrer Teilnahme an den Wettbewerben.

Projekttag

Im Fach Biologie finden z.Z. keine ausgewiesenen Projekttag für die Oberstufe statt. Allerdings findet schulübergreifend in der letzten Woche vor den Sommerferien eine 4-tägige Projektwoche statt. Die Schülerinnen und Schüler der Qualifikationsphase I nehmen als Betreuer teil und planen und steuern die Projekte gemeinsam mit den Lehrkräften. Das Fach Biologie bietet regelmäßig auch fachübergreifende Projekte zu biologischen und umweltrelevanten Themen jahrgangsübergreifend an. Die Ergebnisse der Projekte werden der Schulöffentlichkeit im Anschluss präsentiert.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Das Fach Deutsch führt in der Q1 eine Unterrichtsreihe zum Thema „Erstellung einer Facharbeit“ durch. Die Besonderheiten bei der Erstellung einer Facharbeit in Biologie werden im Vorfeld gemeinsam besprochen. Besonders in den Naturwissenschaften soll die wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung durch Experimente gefördert werden. Daher sollte das Thema der Facharbeit nach Möglichkeit einen experimentellen Ansatz vorweisen. Die Kriterien und Bewertungsgrundlagen der Facharbeit sowie die formalen und inhaltlichen Standards sind im Leistungskonzept des Gutenberg Gymnasiums sowie in der jährlich veröffentlichten Handreichung zur Facharbeit nachzulesen. (siehe Homepage)

Exkursionen

Abgesehen vom Abiturhalbjahr (Q 2.2) sollen in der Qualifikationsphase nach Möglichkeit und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

Q1.1: Besuch eines Schülerlabors

- „**Baylab plants**“ der Bayer CropScience AG am Standort Monheim (Isolation, PCR und Gel-Elektrophorese von Rapsgenen)
- **BayLab Leverkusen:** Schülerlabor für Molekularbiologie (DNA-Isolierung aus der eigenen Mundschleimhaut, Schneiden der DNA mit Restriktionsenzymen, Nachweis der Restriktionsfragmente durch Gelelektrophorese, Absorptionsspektren von DNA und Proteinen)

Q1.2 Dreitägige Exkursion nach Bettenfeld

- Untersuchung des Ökosystems See (Meerfelder Maar und Windsborn-Kratersee)
- physikalisch-chemische Gewässeruntersuchungen
- Bestimmung der Standortfaktoren über die Zeigerpflanzen-Methode
- Gewässergüte-Bestimmung
- Erstellung von Nahrungsnetzen im See
- Untersuchungen des Planktons

Q2.1: Besuch des Neanderthal-Museum

- Bestimmung von phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Schädelmerkmalen in der Abguss-Sammlung

Q2.1: Besuch Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig

- Entstehung der Arten
- Untersuchung von Ökosystemen
- Die Evolution des Verhaltens
- Spuren der Evolution

Q2.1: Besuch Kölner Zoo

- Entstehung der Arten
- Verwandtschaftsbeziehungen: Homologien und Analogien
- Die Evolution des Menschen
- Untersuchung von Primaten

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Am Gutenberg-Gymnasium soll der Unterricht zukünftig regelmäßig durch ein standardisiertes Verfahren evaluiert werden. Auch die Arbeit der Fachkonferenz wird in regelmäßigen Abständen evaluiert. Weitere Arbeits- und Fortbildungsschwerpunkte werden dementsprechend systematisch dokumentiert und perspektivisch entwickelt. Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz Biologie trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert. Die Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft Biologie arbeiten eng im Fach Biologie zusammen und entwickeln nach Möglichkeit gemeinsam Materialien, Unterrichtseinheiten und Klausuren und arbeiten pro Jahrgang in Teams.

Kriterien	Ist-Zustand Auffälligkeiten	Anderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen				
Fachvorsitz				
Stellvertreter				
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)				
Ressourcen				
personell	Fachlehrer/in			
	fachfremd			
	Lerngruppen			
	Lerngruppengröße			
	...			
räumlich	Fachraum			
	Bibliothek			
	Lernwerkstatt			
	Raum für Fachteamarb.			
	...			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			
	...			
zeitlich	Abstände Fachteam- arbeit			
	Dauer Fachteamar- beit			
	...			
Unterrichtsvorhaben				
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente				
Leistungsbewertung/Grundsätze				
sonstige Leistungen				
Arbeitsschwerpunkt(e) SE				
fachintern				
- kurzfristig (Halbjahr)				
- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				

fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				