

Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und Sekundarstufe II: Biologie

Gymnasium Martinum, Emsdetten

Stand: 29. August 2023 (gekürzte Fassung)



Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und Sekundarstufe II: Biologie

Inhaltsverzeichnis

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	1
2	Entscheidungen zum Unterricht	3
3	Curriculum Sekundarstufe I	4
3.1	Jahrgangsstufe 5	4
3.2	Jahrgangsstufe 6	11
3.3	Jahrgangsstufe 8	19
3.4	Jahrgangsstufe 9	25
3.5	Jahrgangsstufe 10	31
4	Curriculum Sekundarstufe II (neu ab 2022).....	39
4.1	Einführungsphase	39
4.1.1	UV Z1 – Aufbau und Funktion der Zelle	39
4.1.2	UV Z2 – Biomembranen	43
4.1.3	UV Z3 – Mitose, Zellzyklus und Meiose.....	47
4.1.4	UV Z4 – Energie, Stoffwechsel und Enzyme.....	51
4.2	Qualifikationsphase GK	55
4.2.1	UV GK-N1 – Informationsübertragung durch Nervenzellen	55
4.2.2	UV GK-S1 – Energieumwandlung in lebenden Systemen.....	60
4.2.3	UV GK-S2 – Glucosestoffwechsel	61
4.2.4	UV GK-S3 – Fotosynthese.....	64
4.2.5	UV GK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen 67	
4.2.6	UV GK-Ö2 – Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	70
4.2.7	UV GK-Ö3 – Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen.....	71
4.2.8	UV GK-G1 – DNA	75
4.2.9	UV GK-G2 – Humangenetik und Gentherapie	79
4.2.10	UV GK-E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie 80	
4.2.11	UV GK-E2 – Stammbäume und Verwandtschaft	83
4.3	Qualifikationsphase LK	86
4.3.1	UV LK-N1 – Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron 86	
4.3.2	UV LK-N2 – Informationsweitergabe über Zellgrenzen	90
4.3.3	UV LK-S1 – Energieumwandlung in lebenden Systemen	93
4.3.4	UV LK-S2 – Glucosestoffwechsel	95
4.3.5	UV LK-S3 – Fotosynthese: Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie 98	
4.3.6	UV LK-S4 – Fotosynthese: natürliche und anthropogene Prozessoptimierung.....	102
4.3.7	UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen 103	
4.3.8	UV LK-Ö2 – Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften.....	107
4.3.9	UV LK-Ö3 – Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen	110
4.3.10	UV LK-G1 – DNA: Speicherung und Expression genetischer Information.....	115
4.3.11	UV LK-G2 – DNA: Regulation der Genexpression und Krebs.....	120
4.3.12	UV LK-G3 – Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie	123
4.3.13	UV LK E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstherapie	125
4.3.14	UV LK-E2 – Stammbäume und Verwandtschaft	128
4.3.15	UV LK-E3 – Humanevolution und kulturelle Evolution.....	131
5	Curriculum Sekundarstufe II (ALT)	133
5.1	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase	133
5.2	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (GK) 134	
5.3	Übersicht Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (LK).....	139

Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und Sekundarstufe II: Biologie

6	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	145	10	Qualitätssicherung und Evaluation	154
7	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	146	11	Anhang	156
7.1	Beurteilungsbereich "Sonstige Mitarbeit"	146	11.1	Korrekturzeichen	156
7.1.1	Ergänzende Hinweise zur Beurteilung	148	11.2	Bogen zur Lehrplanevaluation	157
7.1.2	Leistungsrückmeldung und Beratung	149			
7.2	Beurteilungsbereich „Klausuren“	149			
7.2.1	Einführungsphase	149			
7.2.2	Qualifikationsphase 1	150			
7.2.3	Qualifikationsphase 2.1	150			
7.2.4	Qualifikationsphase 2.2	150			
7.3	Beurteilungsbereich Facharbeit	151			
7.3.1	Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit	151			
7.3.2	Fachspezifische Hinweise für die Anfertigung einer Facharbeit im Fach Biologie	151			
7.3.3	Hinweise zur Korrektur der Klausuren und Facharbeit	152			
7.4	Randbemerkungen und Zeichen für die Korrektur und Bewertung in Klausuren	152			
7.5	Mündliches Abitur	152			
8	Lehr- und Lernmittel	153			
9	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	153			
9.1	Zusammenarbeit mit anderen Fächern	153			
9.2	Methodencurriculum	153			
9.3	KAoA	153			
9.4	Fortbildungskonzept	153			
9.5	Exkursionen	154			

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Gymnasium Martinum liegt in einem ländlich geprägten Raum. Exkursionen können problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr, mit dem Rad und im schulnahen Umfeld auch zu Fuß durchgeführt werden. Zudem existiert ein Schulteich der für diverse Untersuchungen genutzt werden kann. Das Gebäude C verfügt über drei Biologiefachräume, die seit 2018 alle drei als Übungsräume konzipiert sind. Ein Fachraum wurde im Sommer 2014 komplett renoviert und so ausgestattet, dass er auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Lerngruppen mit Schülerinnen und Schülern mit besonderem Förderbedarf genutzt werden kann. Ein weiterer Raum, in dem auch Schülerinnen und Schüler für Wettbewerbe, die Facharbeit oder die Arbeit im Rahmen eines Projektkurses nach Einweisung in die Sicherheitsvorgaben selbstständig experimentieren können, wurde im Sommer 2015 fertig gestellt. 2017/2018 wurde der Hörsaal durch einen dritten Übungsraum ersetzt. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl Lichtmikroskope sowohl für die Sek.I (einfache Ausführung), als auch für die Sek.II (mit Phasenkontrast) und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden. Die Ausstattung ermöglicht alle gängigen Schulexperimente sowie Freilanduntersuchungen (Gewässer, Boden) mit Testkits und diversen in 2014 neu angeschafften

Jg.	Fachunterricht 5 bis 6 (G8)	Fachunterricht 5 bis 6 (G9)
5	BI (2)	BI (2)
6	BI (2)	BI (2)
	Fachunterricht 7 bis 9 (G8)	Fachunterricht 7 bis 9 (G9)
7	- - -	- - -
8	BI (2)	BI (2)
9	BI (2) 1 Halbjahr	Bi (2) 1 Halbjahr
10	- - -	BI (2)
Fachunterricht in der EF und in der QPH		
EF	BI (3)	
Q1	BI (3/5)	
Q2	BI (3/5)	

Messelektroden. Für die digitale Erfassung und Darstellung der mittels der Elektroden gewonnenen Messergebnisse stehen die entsprechende Software und Tablets zur Verfügung. Außerdem gibt es eine Mikroskop-Kamera, um Präparate über den Beamer anzeigen zu lassen.

Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe und deren Entsorgung mit der dazu beauftragten Chemie-Lehrkraft der Schule ab.

Im selben Gebäude befinden sich Computerräume, die sofern dort nicht gerade Informatik-Unterricht stattfindet, für Rechercheaufträge oder die Nutzung interaktiver Medien genutzt werden können. Diese müssen im Vorfeld reserviert werden und sind oft ausgebucht, insbesondere wenn parallel Informatikunterricht stattfindet. In diesem Fall kann ein Teil der Rechner in der Mediothek genutzt werden oder auch die bereits erwähnten Tablets. Außerdem sind seit 2019 alle Biologie-Fachräume mit WLAN, Beamer und Apple-TV ausgestattet. Somit sind Präsentationen problemlos möglich, zudem können die SuS im Einvernehmen mit der Lehrkraft eigene Endgeräte nutzen. In einem der drei Fachräume (C100) befindet sich ein interaktiver Beamer.

Die Lehrerbesezung und die genannten Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen, laut Stundentafel der Schule vorgesehen, modernen und methodisch abwechslungsreichen Biologieunterricht.

Die Jahrgänge der Sek. I sind in der Regel 4-zügig, in der Oberstufe befinden sich etwa 80 bis 100 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Grundkursen, in der Qualifikationsphase mit einem Leistungskurs und 2-3 Grundkursen vertreten.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist in der nebenstehenden Tabelle dargestellt.

Darüber hinaus besteht für naturwissenschaftlich besonders interessierte Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit von der 5.2 bis zur 7.2

kontinuierlich einen MINT oder Biotop-Kurs zu belegen. Eine Schülergruppe übernimmt im Biotop-Kurs hier die Verantwortung für die Gestaltung und Pflege des Schulbiotops inklusive Schulteich. Ab der 9. Klasse (G 9) bietet die Schule im Differenzierungsbereich auch Biologie/Chemie an. In diesem Kurs werden je nach Interesse der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler vorwiegend solche fachübergreifenden Themen unterrichtet, bei denen der Anteil praktischer Arbeit (Untersuchungen, Experimente) hoch ist, sodass die SuS einen vertieften Einblick in Wege und Methoden der Erkenntnisgewinnung erhalten. Auf inhaltliche Festlegungen wurde darüber hinaus bewusst verzichtet, um in diesen Kursen wirklich den Schülerinteressen gerecht werden zu können. Es existiert aber ein Pool an Unterrichts Anregungen und Material, das für alle Kolleginnen und Kollegen in einem OneDrive-Ordner der Fachschaft zugänglich ist. Pro Schuljahr wird mindestens eine Klassenarbeit durch die Erstellung eines Beitrags für einen Wettbewerb (z.B. bio-logisch, anderer naturwissenschaftlicher Wettbewerb) ersetzt. Oft können aufgrund des starken Interesses zwei Kurse gebildet werden.

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

In vielen Unterrichtsvorhaben der Sek. I und auch der Sek. II wird den Schülerinnen und Schülern ebenfalls die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente und eigene Untersuchungen durchzuführen. Dazu werden in der Qualifikationsphase zu diversen Themen (insbesondere Genetik, z. B. Erstellen eines genetischen Fingerabdrucks), sofern die Stofffülle des Kernlehrplans dies zulässt, Experimentierkoffer, die von der Universität Osnabrück entliehen werden können, eingesetzt. Alternativ wird teilweise zu dieser Thematik das Schülerlabor der Uni Münster besucht. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in beiden Sekundarstufen kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich ebenso besonders Doppelstunden. Zudem werden die Hauscurricula aufgrund der gewonnenen

Erfahrungen regelmäßig überprüft und bei Bedarf abgeändert. Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans für die Sek. I (G 9) sowie der Priorisierung der Kompetenzerwartungen für die Sek. II stand in den letzten Jahren die unterrichtliche Umsetzung dieser neuen Vorgaben im Fokus. Hierzu wurden und werden sukzessive konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Diagnose- und Überprüfungsformen entwickelt und erprobt, wobei auch Maßnahmen der inneren Differenzierung verstärkt in den Blick genommen werden. Dabei liegt die Herausforderung vor allem darin, die Fülle der ausgewiesenen Kompetenzen in der dafür zur Verfügung stehenden Zeit zu erreichen. Speziell für die GKs der Qualifikationsphase hat sich durch die Priorisierung eine gewisse Entlastung ergeben, das Erreichen aller Kompetenzen stellt jedoch immer noch eine Herausforderung für die Kolleginnen und Kollegen sowie die Schülerinnen und Schüler dar.

Hauptziele des Biologieunterrichts sind, Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu wecken und Kompetenzen für die Auseinandersetzung mit neuen biologischen Erkenntnissen, die für jeden einzelnen und die Gesellschaft relevant sind, zu vermitteln. Gleichzeitig soll eine fundierte Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich bereitgestellt werden. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse, die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für das im Schulprogramm verankerte verantwortliche Handeln sind, gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei auf der Basis ethischer Grundsätze die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit sowie der Umgang mit dem eigenen Körper.

Folgende Kooperationen bestehen an der Schule:

- Ernährungsberaterin: Projekt „Wie esse ich gesund?“ – Zusammenstellen eines ausgewogenen Mensaeassens (Kl. 5)
- Zooschule Rheine: Anpassungen von Säugetieren an Extremstandorte (Kl. 5)
- Kinderschutzbund der Stadt Rheine: Projekt zur Prävention sexuellen Missbrauchs (Kl. 6)

- AWO: Projekt „Liebesleben“ zur AIDS-Prävention und Sexualpädagogik (Kl. 8)
- Renaturierung des Mühlenbachs, Kooperation mit dem Umweltamt der Stadt Emsdetten (Kl. 9)
- NAT-Working: Kooperation mit dem Fachbereich Biologie der Universität Osnabrück zu den Themen Neurophysiologie und Genetik in der Sek. II
- Biologische Station „Heiliges Meer“: Freilanduntersuchungen mit den Schwerpunkten: Bedeutung der Fotosynthese für das Vertikalprofil eines stehenden Gewässers, K- und r-Strategen, Sukzession und Neobiota in der Q II

2 Entscheidungen zum Unterricht

Hinweis: Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans orientiert sich hinsichtlich der Strukturierung sowohl für die Sek. I als auch die Sek. II an den während der Implementationsveranstaltungen ausgegebenen Mustercurricula. Für die **Sek. I** ist daher die Abfolge der Unterrichtsvorhaben, denen jeweils direkt die in tabellarischer Form die Inhaltsfelder und Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung zugeordnet sind, dargestellt. In Spalte 4 finden sich Absprachen der Fachkonferenz, u.a. zur möglichen Vernetzung von Inhalten und zu Maßnahmen der individuellen Förderung in Rot. Unter jedem Jahrgang sind, zugeordnet zu den einzelnen Unterrichtsvorhaben, die konkretisierten Kompetenzerwartungen, die erreicht werden sollen, aufgelistet. Die in der Fachkonferenz verabschiedete Abfolge der Unterrichtsvorhaben ist verbindlich.

Für die **Sek. II** erfolgt die Strukturierung auf zwei Ebenen. Das **Übersichtsraster** gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die, laut Fachkonferenz, verbindlichen Unterrichtsvorhaben und deren Reihenfolge in der Einführungsphase und in der Qualifikationsphase. In dem Raster sind außer den Themen für das jeweilige Vorhaben und den dazugehörigen Kontexten die damit verknüpften Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte des Vorhabens sowie die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung ausgewiesen. Die **Konkretisierung von**

Unterrichtsvorhaben führt die konkretisierten Kompetenzerwartungen des gültigen Kernlehrplans auf, stellt eine mögliche Unterrichtsreihe sowie dazu empfohlene Lehrmittel, Materialien und Methoden dar und verdeutlicht neben diesen Empfehlungen auch vorhabenbezogene verbindliche Absprachen der Fachkonferenz, z.B. zur Durchführung eines für alle Fachkolleginnen und Fachkollegen verbindlichen Experiments oder auch die Festlegung bestimmter Diagnoseinstrumente und Leistungsüberprüfungsformen.

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 ermöglichen, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ für die Sek. II 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 bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans entsprechend den erstellten Mustercurricula nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. Die Erprobung des Lehrplans mit anschließender Evaluation hat jedoch

ergeben, dass aufgrund der Fülle der in den Kompetenzen ausgewiesenen Inhalte, die im Zentralabitur überprüft werden können, besonders im GK der Q-Phase, trotz der inzwischen vorgenommenen Priorisierung, so gut wie kein Freiraum für Schülerinteressen zur Verfügung steht.

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 „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 1 ab Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) abgesehen von den in der zweiten Spalte ausgewiesenen konkretisierten Kompetenzen und den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur *empfehlenden* Charakter. Rot gedruckt sind Maßnahmen der individuellen Förderung. Dabei handelt es sich überwiegend um

Anregungen, da die konkreten Entscheidungen maßgeblich von der sozialen und kulturellen Vielfalt innerhalb der jeweiligen Lerngruppen sowie deren Leistungsvermögen abhängen. 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 0 bis 8 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.

3 Curriculum Sekundarstufe I

3.1 Jahrgangsstufe 5

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 5.1: Die Biologie erforscht das Leben I</p> <p><i>Welche Merkmale haben alle Lebewesen gemeinsam?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <p>Naturwissenschaft Biologie – Merkmale von Lebewesen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichen des Lebendigen 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien anwenden <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heftführung 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Merkmale des Lebendigen</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>→ UV 6.1 Aufbau aller Lebewesen aus Zellen</p> <p><i>...zu Synergien</i></p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
	<p>Kennzeichen vertiefen durch Beobachtungen und Untersuchungen an Kellerasseln, z.B. Reizwahrnehmung durch Präferenzversuch: Licht/Dunkelheit</p> <p>(s. Natura S. 5/6 S. 10/11)</p>	<p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faktorenkontrolle bei der Planung von Experimenten <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schritte der Erkenntnisgewinnung 	<p>Einführung in naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten, Protokoll:</p> <p>→ Physik UV 6.1</p> <p>→ Chemie UV 7.1, 7.4</p>
<p>UV 5.2: Wirbeltiere in meiner Umgebung</p> <p><i>Welche spezifischen Merkmale kennzeichnen die unterschiedlichen Wirbeltierklassen?</i></p> <p><i>Wie sind Säugetiere und Vögel an ihre Lebensweisen angepasst?</i></p> <p>ca. 15 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Anpassungen von Wirbeltieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über die Wirbeltierklassen • Charakteristische Merkmale und Lebensweisen ausgewählter Organismen 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • kriteriengeleiteter Vergleich Wirbelsäule Gliedmaßenaufbau Körperbedeckung Individualentwicklung <p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzeptbildung zu Wirbeltierklassen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messdaten vergleichen <p>K3: Präsentation</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i> vertiefende Betrachtung der Anpassungen bei Säugetieren und Vögeln, Vergleich von Hühnerknochen mit Säugerknochen; Hühnerknochen und ihre Zusammensetzung untersuchen weitere Wirbeltierklassen: exemplarische Betrachtung von je zwei heimischen Vertretern</p> <p><i>...zur Vernetzung</i> Anpassungen → IF4 Ökologie und IF5 Evolution</p> <p><i>Anpassung ausgewählter Wirbeltierarten an ihren Lebensraum (interessengeleitete Differenzierung mit anschließenden</i></p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		Darstellungsformen	<i>Museumsgang, evt. als aGA oder Darstellung als Padlet)</i>
<p>UV 5.3: Tiergerechter Umgang mit Nutztieren</p> <p><i>Wie sind Lebewesen durch Züchtung gezielt verändert worden?</i></p> <p><i>Wie können Landwirte ihr Vieh tiergerecht halten?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpasstheiten von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Anpasstheiten von Wirbeltieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Züchtung • Nutztierhaltung (Anbinde-, Laufstall- und Sommerweidehaltung von Rindern im Vergleich dann Überleitung zu 5.4 über Untersuchung der Inhaltsstoffe der Milch problemlos möglich) • Pflanzenfressergebiss, Pansen und Wiederkäuen als Anpasstheit an die schwer verdauliche pflanzliche Nahrung <p>Tierschutz</p>	<p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interessen beschreiben <p>B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werte und Normen <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche <p>Informationsentnahme</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i> Auswahl eines Nutztieres mit verschiedenen Zuchtformen für unterschiedliche Nutzungsziele (z.B. Huhn, Rind), Anbahnung des Selektions- und Vererbungskonzepts (z.B. Milch- und Fleischrassen)</p> <p><i>...zur Vernetzung</i> Züchtung und Artenwandel → IF5 Evolution</p> <p><i>... zu Synergien</i> → Verdauung beim Menschen → Erdkunde</p> <p>MKR 4.1:Medienproduktion und Präsentation, Wahl nach Interesse</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 5.4: Nahrung – Energie für den Körper</p> <p><i>Wie gehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Erforschung der belebten Natur vor?</i></p> <p><i>Woraus besteht unsere Nahrung?</i></p> <p><i>Wie ernähren wir uns gesund?</i></p> <p><i>Was geschieht mit der Nahrung auf ihrem Weg durch den Körper?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p>	<p>IF2: Mensch und Gesundheit</p> <p>Ernährung und Verdauung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung • Nahrungsbestandteile und ihre Bedeutung • ausgewogene Ernährung, • Zahngesundheit • Verdauungsorgane und Verdauungsvorgänge 	<p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachweisreaktionen <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell als Mittel zur Erklärung <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung an einem einfachen Experiment <p>B4: Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungen begründen <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heftführung <p>Protokoll</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen</p> <p>Nachweisreaktionen bei verschiedenen Lebensmitteln (hier bietet sich die vergleichende Untersuchung von Milch und Sprite an: Fettfleckprobe besser mit Sahne, Proteinnachweis durch Säurezusatz, Zuckernachweis mit Fehling-Probe, Vitamin C mit Teststäbchen, Nachweis, dass Stärke in beiden Getränken nicht vorhanden ist)</p> <p>Wdh. Fachbegriffe der am Beispiel Rind eingeführten Verdauungsorgane, Erstellen eines Quizzes zur Wdh. mit Forms</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>→ <i>Vergleich des menschlichen Gebisses sowie der menschlichen Verdauung (Allesfresser) mit der des Rindes</i></p> <p>→ IF7 Mensch und Gesundheit (Mittelstufe: Diabetes)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
			→ Stärkenachweis als Nachweis für ein Fotosyntheseprodukt
<p>UV 5.5: Vielfalt der Blüten – Fortpflanzung von Blütenpflanzen</p> <p><i>Welche Funktion haben Blüten?</i></p> <p><i>Wie erreichen Pflanzen neue Standorte, obwohl sie sich nicht fortbewegen können?</i></p> <p><i>Wie entwickeln sich Pflanzen?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Vielfalt von Blütenpflanzen im Schulumfeld erkennen?</i></p> <p>ca. 14 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpasstheiten von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Anpasstheiten von Samenpflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzung • Ausbreitung • Keimung (vorgezogen, hat den Vorteil, dass die SuS ggf. in den Sommerferien weiter beobachten können, bei Bohnen, da Selbstbestäuber klappt das bis zur Schotenbildung)) • Artenkenntnis 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präparation von Blüten, z.B. Raps <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmungsschlüssel, auch digital, z.B. App: Flora igcognita, plantnet <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Abbildungen und Schemata 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Kennübungen: Blütenpflanzen im Schulumfeld</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Samen ← UV 6.1: Keimung</p> <p>Anpasstheiten bzgl. Bestäubung und Ausbreitung</p> <p>→ IF4 Ökologie</p> <p>Weiterzucht der Keimlinge und Protokollierung durch interessierte SuS</p> <p>MKR 6.2: Algorithmen in einem Bestimmungsschlüssel erkennen</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>Konkretisierte Kompetenzen:</p> <p>UV 5.1 I:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebewesen von unbelebten Objekten anhand der Kennzeichen des Lebendigen unterscheiden (UF2, UF3, E1), <p>UV 5.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kriteriengeleitet ausgewählte Vertreter der Wirbeltierklassen vergleichen und einer Klasse zuordnen (UF3), • die Anpassung ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung oder Individualentwicklung erklären (UF1, UF4), • den Aufbau von Säugetier- und Vogelknochen vergleichend untersuchen und wesentliche Eigenschaften anhand der Ergebnisse funktional deuten (E3, E4, E5). <p>UV 5.3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wild- und Nutztieren durch gezielte Züchtung erklären und auf Vererbung zurückführen (UF2, UF4) • verschiedene Formen der Nutztierhaltung beschreiben und im Hinblick auf ausgewählte Kriterien erörtern (B1, B2). <p>UV 5.4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems und des Bewegungssystems erläutern (UF1, UF4) • die Arbeitsteilung der Verdauungsorgane erläutern (UF1), • am Beispiel des Dünndarms und der Lunge das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch erläutern (UF4) • einen Zusammenhang zwischen Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und unterschiedlicher Belastung des Körpers herstellen (UF4), • bei der Untersuchung von Nahrungsmitteln einfache Nährstoffnachweise nach Vorgaben planen, durchführen und dokumentieren (E1, E2, E3, E4, E5, K1), • die Wirkungsweise von Verdauungsenzymen mithilfe einfacher Modellvorstellungen beschreiben (E6), • Lebensmittel anhand von ausgewählten Qualitätsmerkmalen beurteilen (B1, B2), 			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> • Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischem Wissen entwickeln (B3, B4, K4). <p>UV 5.5</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Zusammenwirken der verschiedenen Organe einer Samenpflanze an einem Beispiel erläutern (UF1), • einen Bestimmungsschlüssel (auch digital) zur Identifizierung einheimischer Samenpflanzen sachgerecht anwenden und seine algorithmische Struktur beschreiben (E2, E4, E5, E7) • Blüten nach Vorgaben präparieren und deren Aufbau darstellen (E2, E4, K1), • den Zusammenhang zwischen der Struktur von Früchten und Samen und deren Funktion für die Ausbreitung von Pflanzen anhand einfacher Funktionsmodelle erklären (E6, UF2, UF3). • ein Experiment nach dem Prinzip der Variablenkontrolle zum Einfluss verschiedener Faktoren auf Keimung und Wachstum planen, durchführen und protokollieren (E1, E2, E3, E4, E5, E7, K1) 			

3.2 Jahrgangsstufe 6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 6.1: Die Biologie erforscht das Leben II</p> <p><i>Welche Merkmale haben alle Lebewesen gemeinsam?</i></p> <p>ca. 10 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichen des Lebendigen • Die Zelle als strukturelle Grundeinheit von Organismen 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien anwenden Kennzeichen pflanzlicher und tierischer Zellen <p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Mikroskopieren • Mikroskopie tierischer und pflanzlicher Zellen im Vergleich zur Klärung, warum alle Pflanzen grün sind) 	<p>Wdh.: Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>Erweiterung um das Kennzeichen: Aufbau aus Zellen</p> <p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Einführung des Zellbegriffs über Einzeller</p> <p>einfache Präparate (Mundschleimhaut (Mundschleimhautzelle, Zelle einer Fadenalge aus dem Schulteich, einfache als das Standardobjekt Wasserpestzelle)</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.5 Warum sind alle Pflanzen grün?</p> <p>→ Mikroskopieren UV 6.2, 6.3: Fertigpräparate Blut und UV 9.2: Hefezellen</p> <p>→ UV 8.2: Viren / Bakterien</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 6.2: Erforschung von Bau und Funktionsweise der Pflanzen</p> <p><i>Was brauchen Pflanzen zum Leben und wie versorgen sie sich?</i></p> <p>ca. 12 Ustd</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbauplan • Funktionszusammenhang der Pflanzenorgane • Bedeutung der Fotosynthese 	<p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faktorenkontrolle bei der Planung von Experimenten <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schritte der Erkenntnisgewinnung <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pfeildiagramme zu Stoffflüssen 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Experimente zu Wasser- und Mineralstoffversorgung</p> <p>Experiment zur Keimung</p> <p>Experiment zum Stärkenachweis in Blättern oder zur Abhängigkeit der Sauerstoffbildung vom Licht (Efeuexperiment)</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 6.1 Bau der Pflanzenzelle</p> <p>Bau der Tierzelle</p> <p>Stoffflüsse, Bedeutung der Fotosynthese</p> <p>→ IF4 Ökologie</p> <p>→ IF2 Mensch und Gesundheit: Ernährung und Verdauung, Atmung</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 6.3: Atmung und Blutkreislauf – Nahrungsaufnahme allein reicht nicht</p> <p><i>Warum ist Atmen lebensnotwendig?</i></p> <p><i>Wie kommt der Sauerstoff in unseren Körper und wie wird er dort weiter transportiert?</i></p> <p><i>Wie ist das Blut zusammengesetzt und welche weiteren Aufgaben hat es?</i></p> <p><i>Warum ist Rauchen schädlich?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p>	<p>IF2: Mensch und Gesundheit</p> <p>Atmung und Blutkreislauf</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion der Atmungsorgane • Gasaustausch in der Lunge • Blutkreislauf • Bau und Funktion des Herzens • Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes <p>Gefahren von Tabakkonsum</p>	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alltagsvorstellungen hinterfragen <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment planen und Handlungsschritte nachvollziehen <p>Einfache Experimente zum Gasaustausch, z.B. Kerzenversuche und Kalkwasserprobe zum Vergleich von Ein- und Ausatemluft; Bestimmung des Atemvolumens mittel Spirometer (Vergleich männlich/weiblich, Sportler/Nichtsportler)</p> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell als Mittel zur Erklärung <p>Flaschenmodell zur Veranschaulichung von Brust- und Bauchatmung selbst bauen lassen</p> <p>B4: Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungen begründen <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <p>Fachtexte, Abbildungen, Schemata, Demoexperiment: Abrauchen einer Zigarette durch</p>	<p>Expertenvorträge: Reaktivierung des Wissens zu Nährstoffnachweisen sowie der Verdauung beim Menschen</p> <p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid ← IF1 Vielfalt und Anpassetheiten von Lebewesen: Bedeutung der Fotosynthese, direkte Überleitung ausgehend von voran gegangener Behandlung der Fotosynthese</p> <p>→ IF 7 Mensch und Gesundheit (Mittelstufe): Diabetes und Immunbiologie ← IF1 Vielfalt und Anpassetheiten von Lebewesen</p> <p>Ggf. Bau der Flaschenmodelle vorab durch interessierte SuS</p> <p>Blut</p> <p>→ IF7 Mensch und Gesundheit (Mittelstufe): Immunbiologie</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>↔ Anknüpfung an das Schulprogramm: soziales Lernen (z.B. Lions Quest)</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		Glasröhrchen mit Watte mittels Wasserstrahlpumpe	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 6.4: Bewegung – Die Energie wird genutzt</p> <p><i>Wie arbeiten Knochen und Muskeln bei der Bewegung zusammen?</i></p> <p><i>Wie hängen Nahrungsaufnahme, Atmung und Bewegung zusammen?</i></p> <p>ca. 7 Ustd.</p>	<p>IF2: Mensch und Gesundheit</p> <p>Bewegungssystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschnitte des Skeletts und ihre Funktionen • Grundprinzip von Bewegungen <p>Zusammenhang körperliche Aktivität-Nährstoffbedarf-Sauerstoffbedarf-Atemfrequenz- Herzschlagfrequenz</p>	<p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept-Map <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Zusammenarbeit von Muskeln und Skelett</p> <p>Wdh. des Aufbaus der Gliedmaßen-skelette</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.2: Knochenaufbau</p> <p>← UV 5.4: Energie aus der Nahrung</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>wird zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 6.5 Pubertät – Erwachsen werden</p> <p><i>Wie verändern sich Jugendliche in der Pubertät?</i></p> <p><i>Wozu dienen die Veränderungen?</i></p> <p style="text-align: right;">ca. 9 Ustd. + zusätzlicher Projekttag</p>	<p>IF 3: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • körperliche und seelische Veränderungen in der Pubertät • Bau und Funktion der Geschlechtsorgane • Körperpflege und Hygiene 	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <p>K3: Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • bildungssprachlich angemessene Ausdrucksweise 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Projekttag in Kooperation mit dem Kinderschutzbund Rheine, dabei teilweise Arbeit in getrenntgeschlechtlichen Gruppen</p> <p>Individuelle Fragen werden vorab anonym in einer Box gesammelt</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>→ Deutsch: Sprachbewusstsein</p> <p>→ Religion und Praktische Philosophie: psychische Veränderung/Erwachsenwerden, Geschlechterrollen, Nähe und Distanz</p> <p>→ Politik/Wirtschaft: Rollenbewusstsein</p>
<p>UV 6.6 Fortpflanzung – Ein Mensch entsteht</p> <p><i>Wie beginnt menschliches Leben?</i></p> <p><i>Wie entwickelt sich der Embryo?</i></p> <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd.</p>	<p>IF3: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschlechtsverkehr • Befruchtung • Schwangerschaft • Empfängnisverhütung 	<p>UF 4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang der Organisationsebenen: Wachstum durch Vermehrung von Zellen 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Entwicklung</p> <p>← UV 6.1: Keimung, Wachstum, sexuelle Fortpflanzung, Vererbung</p> <p>← UV 5.3: Züchtung</p> <p>← UV 5.7: Blütenpflanzen</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
			<p>... zu Synergien → Religion und Praktische Philosophie: Übernahme von Verantwortung</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzen:</p> <p>UV 6.1II:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tierische und pflanzliche Zellen anhand von lichtmikroskopisch sichtbaren Strukturen unterscheiden (UF2, UF3), • einfache tierische und pflanzliche Präparate mikroskopisch untersuchen (E4), • Zellen nach Vorgaben in ihren Grundstrukturen zeichnen (E4, K1), • durch den Vergleich verschiedener mikroskopischer Präparate die Zelle als strukturelle Grundeinheit aller Lebewesen bestätigen (E2, E5) <p>UV 6.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Prozess der Fotosynthese als Reaktionsschema in Worten darstellen (UF1, UF4, K3), • die Bedeutung der Fotosynthese für das Leben von Pflanzen und Tieren erklären (UF4). <p>UV 6.3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems und des Bewegungssystems erläutern (UF1, UF4) • Blut als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid beschreiben und die Bedeutung des Transports für die damit zusammenhängenden Stoffwechselfvorgänge erläutern (UF1, UF2, UF4) • die Folgen des Tabakkonsums für den Organismus erläutern (UF1, UF2, K4) • in einem quantitativen Experiment zur Abhängigkeit der Herzschlag- oder Atemfrequenz von der Intensität körperlicher Anstrengung Daten erheben, darstellen und auswerten (E1, E2, E3, E4, E5, K1), • die Funktion der Atemmuskulatur zum Aufbau von Druckunterschieden an einem Modell erklären (E6), • die Funktionsweise des Herzens an einem einfachen Modell erklären und das Konzept des Blutkreislaufs an einem Schema erläutern (E6), 			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> • Blut (Fertigpräparate) mikroskopisch untersuchen und seine heterogene Zusammensetzung beschreiben (E4, E5, UF1). • Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischem Wissen entwickeln (B3, B4, K4). <p>UV 6.4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems und des Bewegungssystems erläutern (UF1, UF4) • das Grundprinzip des Zusammenwirkens von Skelett und Muskulatur bei Bewegungen erklären (UF1) <p>UV 6.5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät erläutern (UF1, UF2), • Bau und Funktion der menschlichen Geschlechtsorgane erläutern (UF1), • den weiblichen Zyklus in Grundzügen erklären (UF1, UF4), • den Sprachgebrauch im Bereich der Sexualität kritisch reflektieren und sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel ausdrücken (B2, B3). <p>UV 6.6:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden der Empfängnisverhütung für eine verantwortungsvolle Lebensplanung beschreiben (UF1), • Eizelle und Spermium vergleichen und den Vorgang der Befruchtung beschreiben (UF1, UF2), • Schwangerschaft und Geburt beschreiben und Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken für Embryo und Fötus begründen (UF1, UF2, B3). • anhand geeigneten Bildmaterials die Entwicklung eines Embryos bzw. Fötus beschreiben und das Wachstum mit der Vermehrung von Zellen erklären (E1, E2, E5, UF4). • den Sprachgebrauch im Bereich der Sexualität kritisch reflektieren und sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel ausdrücken (B2, B3). 			

3.3 Jahrgangsstufe 8

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 8.1 Immunbiologie – Abwehr und Schutz vor Erkrankungen</p> <p><i>Wie unterscheiden sich Bakterien und Viren?</i></p> <p><i>Wie wirken Antibiotika und weshalb verringert sich in den letzten Jahrzehnten deren Wirksamkeit?</i></p> <p><i>Wie funktioniert das Immunsystem?</i></p> <p><i>Wie kann man sich vor Infektionskrankheiten schützen?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p>	<p>IF7: Mensch und Gesundheit</p> <p>Immunbiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • virale und bakterielle Infektionskrankheiten • Bau der Bakterienzelle • Aufbau von Viren • Einsatz von Antibiotika <ul style="list-style-type: none"> • unspezifische und spezifische Immunreaktion • Organtransplantation • Allergien • Impfungen 	<p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • variable Problemsituationen lösen <p>E1 Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen z.B. zu historischen Experimenten formulieren <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beobachtungen interpretieren <p>K4: Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nach Abschätzung der Folgen Handlungsoption auswählen <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungen argumentativ vertreten 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Auswertung von Abklatschversuchen und historischen Experimenten (FLEMING, JENNER, BEHRING o. a.)</p> <p>Einüben von Argumentationsstrukturen in Bewertungssituationen anhand von Positionen zum Thema Impfung</p> <p>Expertenvortrag: Einsatz von Antibiotika und Antibiotikaresistenz, z.B als PPP</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.1 Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>← UV 6.6 Muttermilch als passive Immunisierung</p> <p>← UV 6.3 Blut und Bestandteile</p> <p>→ UV 8.2 Schlüssel-Schloss- Modell</p> <p>→ UV 10.3 Blutgruppenvererbung</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 8.2 Hormonelle Regulation der Blutzuckerkonzentration</p> <p><i>Wie wird der Zuckergehalt im Blut reguliert?</i></p> <p><i>Wie funktionieren Insulin und Glukagon auf Zellebene?</i></p> <p><i>Wie ist die hormonelle Regulation bei Diabetikern verändert?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF7: Mensch und Gesundheit</p> <p>Hormonelle Regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hormonelle Blutzuckerregulation <ul style="list-style-type: none"> • Diabetes 	<p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messdaten vergleichen (Blutzuckerkonzentration, Hormonkonzentration), Schlüsse ziehen <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Modell als Mittel zur Erklärung • Kritische Reflexion <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachtypische Darstellungsformen (Pfeildiagramme mit „je, desto“-Beziehungen) 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Erarbeitung der Blutzuckerregulation als Beispiel einer Regulation durch negatives Feedback, Übertragung auf andere Regulationsvorgänge im menschlichen Körper</p> <p>Nutzung des eingeführten Schlüssel-Schloss-Modells zur Erklärung der beiden verschiedenen Diabetes-Typen</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.4 Bestandteile der Nahrung, gesunde Ernährung</p> <p>← UV 6.3 Blut und Bestandteile, Zellatmung</p> <p>← UV 6.4 Gegenspielerprinzip bei Muskeln</p> <p>← UV 8.2 Schlüssel-Schloss-Passung bei Antikörpern und Antigenen</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 8.3 Menschliche Sexualität</p> <p><i>Worin besteht unsere Verantwortung in Bezug auf sexuelles Verhalten und im Umgang mit unterschiedlichen sexuellen Orientierungen und Identitäten?</i></p> <p>ca. 4 Ustd. + zusätzlicher Projekttag</p>	<p>IF 8: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit der eigenen Sexualität • Bau und Funktion der Geschlechtsorgane • Verhütung 	<p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterscheidung von Fakten und Wertungen (geschlechtliche Orientierung und Identität) <p>B4: Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verantwortung für sich selbst und Verantwortung der Anderen 	<p>...zur Schwerpunktsetzung</p> <p>altersgemäßes Grundwissen über Verhütungsmethoden und deren Sicherheit</p> <p>Projekttag in Kooperation mit externem Partner, dabei teilweise Arbeit in getrenntgeschlechtlichen Gruppen</p> <p>...zur Vernetzung</p> <p>← UV 6.5: körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät</p> <p>← UV 6.5: Verhütung</p> <p>→ UV 8.4: Verhütung, Thematisierung der Datenerhebung, hormonelle Details</p>
<p>UV 8.4 Fruchtbarkeit und Familienplanung</p> <p><i>Welchen Einfluss haben Hormone auf die zyklisch wiederkehrenden Veränderungen im Körper einer Frau?</i></p>	<p>IF 8: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • hormonelle Steuerung des Zyklus • Verhütung • Schwangerschaftsabbruch (Pränataldiagnostik) 	<p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • relevante Sachverhalte identifizieren • gesellschaftliche Bezüge beschreiben <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p>	<p>...zur Schwerpunktsetzung</p> <p>Thematisierung der Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmitteln</p> <p>...zur Vernetzung</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><i>Wie lässt sich die Entstehung einer Schwangerschaft hormonell verhüten?</i></p> <p><i>Wie entwickelt sich ein ungeborenes Kind?</i></p> <p><i>Welche Konflikte können sich bei einem Schwangerschaftsabbruch ergeben?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit der eigenen Sexualität 	<ul style="list-style-type: none"> • gesetzliche Regelungen • ethische Maßstäbe <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasierte Argumentation, • respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen zu kontroversen Positionen 	<p>← UV 6.5 Keimzellen, Ablauf des weiblichen Zyklus, Voraussetzungen für eine Schwangerschaft</p> <p>← UV 6.5 Befruchtung und Schwangerschaft, Entwicklung des Ungeborenen</p> <p>← UV 8.2 Hormonelle Regulation, Regelkreise, negatives Feedback</p>
<p>UV 8.5 Erkunden des heimischen Ökosystems Mühlenbach</p> <p><i>Woraufhin können wir das Ökosystem Mühlenbach untersuchen?</i></p> <p><i>Wie ist der Lebensraum strukturiert?</i></p> <p><i>Welche abiotischen Faktoren wirken in verschiedenen Teilbiotopen?</i></p> <p><i>Welche Arten finden sich in verschiedenen Teilbiotopen?</i></p> <p><i>Wie beeinflussen abiotische Faktoren das Vorkommen von Arten?</i></p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Merkmale eines Ökosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkundung eines heimischen Ökosystems, hier des Mühlenbachs • charakteristische Arten und ihre jeweiligen Anpasstheiten an den Lebensraum, z.B. Anpasstheiten an die Strömung (z.B. Köcherfliegenlarven, s. Natura neu S. 92) oder von Zeigerorganismen im Mühlenbach an den Sauerstoffgehalt 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben von Ökosystemstruktur und Habitaten (Gewässerstrukturanalyse, Flachlandbach) • Messen von abiotischen Faktoren (z.B. Licht (beschatteter, nicht beschatteter Uferbereich, Strömung, Sauerstoff-, Nitratgehalt, Temperatur) <p>E4: Untersuchung und Experiment</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Exkursion oder Unterrichtsgang zur Treppenanlage (Deitmars Hof)</p> <p>Anpasstheiten: Fokus auf zwei abiotische Faktoren (arbeitsteilig nach Interesse)</p> <p>Aufbereitung als Padlet</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
Ca. 8 Ustd.	Habitatpräferenz hinsichtlich des Untergrunds (Wasserbecken mit zweigeteiltem Untergrund, Sand/Laub Totholz) von Bachflohkrebsen vor Ort ermitteln (Ökologische Bewertung von Fließgewässern S. 11)	<ul style="list-style-type: none"> • Planung der Untersuchung: Auswahl der zu messenden Faktoren, Festlegung der Datenerfassung, Auswahl der Messmethoden K2: Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Daten aus Medienangeboten filtern, analysieren und aufbereiten mit Quellenangaben (zum Artensteckbrief). 	Bestimmung von Arten mit der Observation App ...zur Vernetzung ← UV 5.5 Bestimmung von Arten ← UV 5.2 Angepasstheiten an den Lebensraum
<p>Konkretisierte Kompetenzen:</p> <p>UV 8.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Bau und die Vermehrung von Bakterien und Viren beschreiben (UF1), • das Zusammenwirken des unspezifischen und spezifischen Immunsystems an einem Beispiel erklären (UF4), • die Immunantwort auf körperfremde Gewebe und Organe erläutern (UF2), • den Unterschied zwischen passiver und aktiver Immunisierung erklären (UF3), • die allergische Reaktion mit der Immunantwort bei Infektionen vergleichen (UF2, E2), • die Bedeutung hygienischer Maßnahmen zur Vermeidung von Infektionskrankheiten erläutern (UF1), • das experimentelle Vorgehen bei historischen Versuchen zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten erläutern und die Ergebnisse interpretieren (E1, E3, E5, E7), • Experimente zur Wirkung von hygienischen Maßnahmen auf das Wachstum von Mikroorganismen auswerten (E1, E5), • Positionen zum Thema Impfung auch im Internet recherchieren, auswerten, Strategien und Absichten erkennen und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommission kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4, K2, K4), • den Einsatz von Antibiotika im Hinblick auf die Entstehung von Resistenzen beurteilen (B1, B3, B4, K4). <p>UV 8.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung der Glucose für den Energiehaushalt der Zelle erläutern (UF1, UF4), 			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> • am Beispiel des Blutzuckergehalts die Bedeutung der Regulation durch negatives Feedback und durch antagonistisch wirkende Hormone erläutern (UF1, UF4, E6), • Ursachen und Auswirkungen von Diabetes mellitus Typ I und II datenbasiert miteinander vergleichen sowie geeignete Therapieansätze ableiten (UF1, UF2, E5), • das Schlüssel-Schloss-Modell zur Erklärung des Wirkmechanismus von Hormonen anwenden (E6), • Handlungsoptionen zur Vorbeugung von Diabetes Typ II entwickeln (B2), <p>UV 8.3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4), • bei Aussagen zu unterschiedlichen Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität Sachinformationen von Wertungen unterscheiden (B1), <p>UV 8.4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den weiblichen Zyklus unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen erläutern (UF2, E5), • die wesentlichen Stadien der Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen beschreiben (UF1, UF3), • über die Reproduktionsfunktion hinausgehende Aspekte menschlicher Sexualität beschreiben (UF1). • die Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmitteln am Beispiel des Pearl-Index erläutern und auf dieser Grundlage die Aussagen zur Sicherheit kritisch reflektieren (E5, E7, B1). • die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4), • Verhütungsmethoden und die „Pille danach“ kriteriengeleitet vergleichen und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet auswählen (B2, B3), • kontroverse Positionen zum Schwangerschaftsabbruch unter Berücksichtigung ethischer Maßstäbe und gesetzlicher Regelungen gegeneinander abwägen (B1, B2). <p>UV 8.5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF 1, UF3, K1). • Anpasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotische Umweltfaktoren erläutern (UF2, UF4). • die Koexistenz von verschiedenen Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt erklären (UF2, UF4). 			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa nennen und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet zuordnen (UF3). ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4). abiotische Faktoren in einem heimischen Ökosystem messen und mit dem Vorkommen von Arten in Beziehung setzen (E1, E4, E5). die Bedeutung von abiotischen Faktoren für die Habitatpräferenz von Wirbellosen experimentell überprüfen (E1, E3, E4, E5). 			

3.4 Jahrgangsstufe 9

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 9.1 Erkunden des heimischen Ökosystems Mühlenbach</p> <p><i>Woraufhin können wir das Ökosystem Mühlenbach untersuchen?</i></p> <p><i>Wie ist der Lebensraum strukturiert?</i></p> <p><i>Welche abiotischen Faktoren wirken in verschiedenen Teilbiotopen?</i></p> <p><i>Welche Arten finden sich in verschiedenen Teilbiotopen?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> biotische Wechselwirkungen ebenfalls anhand von Köcherfliegenarten, ggf. durch Erstellung von Artsteckbriefen für die Arten in Natura S. 92 (Internetrecherche) Artenkenntnis <p>Vereinfachte Bestimmung der Biologischen Gewässergüte (s. Ökologische Bewertung von Fließgewässern S.47) mit Zuordnung ausgewählter Wirbellosen-</p>	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreiben von Ökosystemstruktur und Habitaten (Gewässerstrukturanalyse, Flachlandbach) <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> Planung der Untersuchung: Auswahl der zu messenden Faktoren, Festlegung der 	<p>biotischer Faktor Konkurrenz/Konkurrenzvermeidung/Koexistenz</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← IF 1 Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.2</p> <p>← UV 8.5</p> <p>→ IF 5 Evolution</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><i>Wie beeinflussen abiotische Faktoren das Vorkommen von Arten?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>Taxa zu Tiergruppen (s. Kompetenz), weitere Artsteckbriefe (ein Aspekt Nahrung, s. 9.3), die darüber hinaus in UV 3 und 4 genutzt werden können</p>	<p>Datenerfassung, Auswahl der Messmethoden K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daten aus Medienangeboten filtern, analysieren und aufbereiten mit Quellenangaben (zum Artensteckbrief). 	<p>Wdh. Umgang mit Bestimmungsschlüsseln, auch digital</p>
<p>UV 9.2 Pilze und ihre Rolle im Ökosystem</p> <p><i>Wie unterscheiden sich Pilze von Pflanzen und Tieren?</i></p> <p><i>Wo kommen Pilze im Ökosystem vor und in welcher Beziehung stehen sie zu anderen Lebewesen?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Merkmale eines Ökosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkundung eines heimischen Ökosystems Mit Erlen, Weiden und Sträuchern bewachsener Uferstreifen des Mühlbachs (Holzpilze, Hutpilze) • Einfluss der Jahreszeiten Herbst als Zeit in der die meisten Fruchtkörper gebildet werden. • charakteristische Arten und ihre Anpassungen an den Lebensraum • biotische Wechselwirkungen 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich Pilz – Tier – Pflanze <p>verschiedene biotische Beziehungen</p> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung der Untersuchung oder Experimentes, Datenerfassung • Mikroskopische Untersuchung von Hefezellen, Vergleich mit Bau von Pflanzen- und Tierzellen, einfacher Versuch (z.B. Mehlknödel mit etwas Zucker mit und ohne Hefe in Glas mit Wasser → mit Hefe steigt nach kurzer Zeit hoch) 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>biotische Wechselwirkungen: Parasitismus, Symbiose und saprobiontische Lebensweise</p> <p>Bau der Pilze: nur grundlegend im Kontrast zu Pflanzen und Tieren</p> <p>Artenkenntnis: Fokussierung auf wenige, häufige Arten</p> <p>Vertiefung Bau von Zellen, Mikroskopieren</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 6.1: Bau der Pflanzenzelle</p> <p>→ UV 9.3, UV 9.2</p> <p>Stoffkreisläufe, Destruenten</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
	<ul style="list-style-type: none"> ökologische Bedeutung von Pilzen und ausgewählten Wirbellosen <p>Mit Erlen des Uferbereichs vergesellschaftete Pilzarten, z.B. der Erlenschillerporling (Parasit), Erlentäubling als Symbiont (Ektomykorrhiza) sowie Totholz zersetzende Pilze (s. angehängte Literatur)</p> <p>Artenkenntnis</p>		
<p>UV 9.3 Energiefluss und Stoffkreisläufe im Ökosystem</p> <p><i>Wie lässt sich zeigen, dass Pflanzen energiereiche Stoffe aufbauen können?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung hat die Photosynthese für Pflanzen und Tiere?</i></p> <p><i>Wie kommt das CO₂ ins Blatt?</i></p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Energiefluss und Stoffkreisläufe</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundprinzip der Photosynthese und des Kohlenstoffkreislaufs <p>Mindestens ein Realexperiment zur Fotosynthese (CO₂)</p> <p>Mikroskopie des Nagellackabzuges eines See- oder Teichrosenblattes (gibt es auch im Abschnitt des Mühlenbachs an der Treppenanlage), ggf. im</p>	<p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> Vereinfachung in Schemata kritische Reflexion <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> Nutzung von Schemata und Experimenten <p>E3: Vermutung und Hypothese</p> <p>Abh. Der Fotosynthese von Licht bzw. CO₂</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Historische Experimente: VAN HELMONT o.a.</p> <p>mindestens ein reales Experiment, z.B. Nachweis des CO₂ Verbrauchs oder Abhängigkeit vom Licht.</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 6.1: Bedeutung der Fotosynthese, Stärkenachweis</p> <p>Expertenvortrag zum Stärkenachweis</p> <p>UV 6.1: Mikroskopieren</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>Was passiert mit den von den Pflanzen aufgebauten energiereichen Nährstoffen?</p> <p>ca. 10 Ustd.</p>	<p>Vergleich zum Rotbuchenblatt</p> <ul style="list-style-type: none"> Nahrungsbeziehungen und Nahrungsnetze <p>SuS erstellen anhand der selbst erstellten Artsteckbriefe ein Nahrungsnetz des Fließgewässers.</p> <p>Alternative: Schema S. 93 Natura neu</p> <p>Vertiefung: Ökologische Bewertung von Fließgewässern (S. 17,18)</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieentwertung Stoffe, mit Fokus auf den Kohlenstoff, und Energie durchlaufen das Fließgewässer (S. 90/91 Natura neu) 		<p>Vertiefung und Erweiterung der Erstellung von mikroskopischen Präparaten</p> <p>← UV 9.1: Nutzung der Artsteckbriefe für die Erstellung eines Nahrungsnetzes</p> <p>... zu Synergien</p> <p>→ Physik UV 9.4: Energieumwandlungsketten</p> <p>← Chemie UV 7.2: Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen</p> <p>Kohlenstoffkreislauf → Chemie UV 10.6</p>
<p>UV 9.4 Biodiversität und Naturschutz</p> <p>Wie entwickelt sich der Lebensraum Fließgewässer ohne menschlichen Einfluss?</p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Naturschutz und Nachhaltigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> Veränderungen von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen 	<p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> Vielfalt der Einflussfaktoren auf die Biologische Gewässergüte B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen Individuelle, gesellschaftliche und 	<p>...zur Schwerpunktsetzung</p> <p>Natürliche Gewässerdynamik</p> <p>Begründung der Renaturierung des Mühlenbachs</p> <p>Nutzung der DVD</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><i>Wie muss eine Bachlandschaft strukturiert sein, damit Formenvielfalt, insbesondere Insektenvielfalt, möglich ist?</i></p> <p>ca. 9 Ustd.</p>	<p>Dynamik von Fließgewässern und ihrer Auen (Ökologische Bewertung von Fließgewässern S. 7-9)</p> <p>Vergleich der Karten zum Verlauf des Mühlenbachs von 1828 und 1948 und Fotos vom Zustand 1972 (DVD)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop- und Artenschutz <p>Vergleich des Artenspektrums Treppenanlage und renaturierter Bereich unterhalb der alten Kläranlage (ggf. bei nur einer Exkursion klassenübergreifender Austausch von Daten hinsichtlich Gewässerstrukturgüte und Biologischer Gewässergüte, deutlicher Unterschied, an der Sohlgleite gibt es Köcherfliegenlarven)</p> <p>Maßnahmen zur Schaffung einer Habitatvielfalt bei Platzmangel (DVD, Abschnitt 2 der Renaturierung, im Bereich Treppenanlage sichtbar).</p> <p>Uferrandstreifen Programm: NRW Naturschutz contra Landwirtschaft</p>	<p>politische Handlungsmöglichkeiten</p>	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 9.1: Zusammenhang zu den an beiden Exkursionsorten ermittelten Arten (Artensteckbriefe)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p><i>Parallele Bearbeitung der Nitratproblematik in Bachwasser und Grundwasser (Wasser aus Gartenwasserpumpen mitbringen lassen)</i></p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
			<i>im Differenzierungskurs Biologie/Chemie</i>
<p>Konkretisierte Kompetenzen:</p> <p>UV 9.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF 1, UF3, K1). • Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotische Umweltfaktoren erläutern (UF2, UF4). • die Koexistenz von verschiedenen Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt erklären (UF2, UF4). • wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa nennen und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet zuordnen (UF3). • ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4). • abiotische Faktoren in einem heimischen Ökosystem messen und mit dem Vorkommen von Arten in Beziehung setzen (E1, E4, E5). • die Bedeutung von abiotischen Faktoren für die Habitatpräferenz von Wirbellosen experimentell überprüfen (E1, E3, E4, E5). <p>UV 9.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF 1, UF3, K1). • Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotische Umweltfaktoren erläutern (UF2, UF4). • Parasitismus und Symbiose in ausgewählten Beispielen identifizieren und erläutern (UF1, UF2) • wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa nennen und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet zuordnen (UF3). • ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4). <p>UV 9.3:</p>			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> • das Grundprinzip der Fotosynthese beschreiben und sie als Energiebereitstellungsprozess dem Grundprinzip der Zellatmung gegenüberstellen (UF1, UF4). • ausgehend von einfachen Nahrungsnetzen die Stoff- und Energieflüsse zwischen Produzenten, Konsumenten, Destruenten und Umwelt in einem Ökosystem erläutern (UF3, UF4, E6, K1). • ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4). • historische Experimente zur Fotosynthese in Bezug auf zugrunde liegende Hypothesen erklären und hinsichtlich Stoff- und Energieflüssen auswerten (E3, E5, E7, UF3). • Angepasstheiten von Pflanzen an einen abiotischen Faktor anhand von mikroskopischen Präparaten beschreiben (E2, E4) <p>UV 9.4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die natürliche Sukzession eines Ökosystems beschreiben und anthropogene Einflüsse auf dessen Entwicklung erläutern (UF1, UF4). • am Beispiel der Insekten Eingriffe des Menschen in die Lebensräume Wirbelloser bewerten (B1, B2). • die Bedeutung des Biotopschutzes für den Artenschutz und den Erhalt der biologischen Vielfalt erläutern (B1, B4, K4) • Umgestaltungen der Landschaft durch menschliche Eingriffe unter ökonomischen und ökologischen Aspekten bewerten und Handlungsoptionen im Sinne des Naturschutzes und der Nachhaltigkeit entwickeln (B2, B3, K4). 			

3.5 Jahrgangsstufe 10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 10.1 Neurobiologie- Signale senden, empfangen und verarbeiten</p> <p><i>Wie steuert das Nervensystem das Zusammenwirken von</i></p>	<p>IF7: Mensch und Gesundheit</p> <p>Neurobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reiz-Reaktions-Schema 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • zentrale biologische Konzepte <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklärung von Zusammenhängen 	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>didaktische Reduktion: Erregung = elektrisches Signal, Analogie Neuron-Stromkabel</p> <p>Bei einer Unterrichtszeit von 8 Stunden: Kombination der</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><i>Sinnesorgan und Effektor?</i></p> <p><i>Welche Auswirkungen des Drogenkonsums lassen sich auf neuronale Vorgänge zurückführen?</i></p> <p><i>Wie entstehen körperliche Stresssymptome?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Modellvorstellungen zu Neuron und Synapse • Auswirkungen von Drogenkonsum <p>Reaktionen des Körpers auf Stress</p>	<ul style="list-style-type: none"> • kritische Reflexion <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachtypische Visualisierung <p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <p>Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren</p>	<p>inhaltlichen Schwerpunkte „Stress und Drogenkonsum“ zu einem alltagsnahen Kontext (z.B. Schulstress und Nikotinkonsum)</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 8.2 Schlüssel-Schloss-Modell (Synapse)</p> <p>← UV 8.1 Immunbiologie (Stress)</p> <p>← UV 8.2 Hormone (Stress)</p>
<p>UV 10.2 Die Erbinformation- eine Bauleitung für Lebewesen</p> <p><i>Woraus besteht die Erbinformation und wie entstehen Merkmale?</i></p> <p><i>Welcher grundlegende Mechanismus führt zur Bildung von Tochterzellen, die bezüglich ihres genetischen Materials identisch sind?</i></p>	<p>IF6: Genetik</p> <p>Cytogenetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • DNA • Chromosomen • Zellzyklus • Mitose und Zellteilung <ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm • artspezifischer Chromosomensatz des Menschen 	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> • biologisches Wissen strukturiert darstellen • Bezüge zu Modellen herstellen <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell zur Erklärung und zur Vorhersage • kritische Reflexion 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Vereinfachte, modellhafte Darstellung der Proteinbiosynthese zur Erklärung der Merkmalsausbildung; deutliche Abgrenzung zur thematischen Komplexität im Oberstufenunterricht</p> <p>Sachstruktur (DNA – Proteinbiosynthese – Genorte auf Chromosomen – Karyogramm – Mitose) beachten, um KKE „mit Hilfe von Chromosomenmodellen eine Vorhersage über den</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
ca. 10 Ustd.		<p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung und Weiterentwicklung biologischer Erkenntnisse <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachtypische Darstellungsformen (z.B. Karyogramm) 	<p>grundlegenden Ablauf der Mitose treffen“ ansteuern zu können.</p> <p>Mitose: Fokussierung auf Funktion, grundsätzlichen Ablauf und Ergebnisse</p> <p>Hausaufgabenkonzept in 10.2, die SuS bearbeiten Aufgaben zur Genetik aus einem Aufgabenpool und kontrollieren Ihre Lösungen anhand der bereit gestellten Musterlösungen→individuelle Vertiefung(sofern die Verteilung so ist?!).</p> <p>...zur Vernetzung</p> <p>← UV 10.3 Blutgruppenvererbung</p> <p>← UV 8.2 Schlüssel-Schloss-Modell, Proteine</p> <p>... zu Synergien</p> <p>einfache Teilchenvorstellung</p> <p>← Physik UV 6.1</p> <p>← Chemie UV 7.1</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 10.3 Gesetzmäßigkeiten der Vererbung</p> <p><i>Nach welchem grundlegenden Mechanismus erfolgt die Vererbung bei der sexuellen Fortpflanzung?</i></p> <p><i>Welche Ursache und welche Folgen hat eine abweichende Chromosomenzahl?</i></p> <p><i>Welche Vererbungsregeln lassen sich aus den Erkenntnissen zur sexuellen Fortpflanzung ableiten?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<p>IF6: Genetik</p> <p>Cytogenetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meiose und Befruchtung • Karyogramm • Genommutation • Pränataldiagnostik (Wdh.) <p>Regeln der Vererbung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gen- und Allelbegriff <ul style="list-style-type: none"> • Familienstammbäume 	<p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemebenenwechsel <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von fachtypischen Darstellungen <p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • relevante Sachverhalte identifizieren • Informationsbeschaffung <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • nach Abschätzung der Folgen Handlungsoption auswählen 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Meiose: Fokussierung auf Funktion, grundsätzlichen Ablauf und Ergebnisse</p> <p>Erbgutveränderung: Fokussierung auf zytologisch sichtbare Veränderungen (numerische Chromosomenaberrationen durch Meiosefehler) am Beispiel Trisomie 21</p> <p>Hausaufgabenkonzept in 10.2, die SuS bearbeiten Aufgaben zur Genetik aus einem Aufgabenpool und kontrollieren Ihre Lösungen anhand der bereit gestellten Musterlösungen→individuelle Vertiefung(sofern die Verteilung so ist?!).</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 10.6 Evolution</p> <p>← UV 8.4 Fruchtbarkeit und Familienplanung</p> <p>← UV 8.1 Immunbiologie, Blutgruppenvererbung</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 10.4 Mechanismen der Evolution</p> <p><i>Wie lassen sich die Anpassungen von Arten an die Umwelt erklären?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF 5: Evolution</p> <p>Grundzüge der Evolutionstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variabilität • natürliche Selektion • Fortpflanzungserfolg <p>Entwicklung des Lebens auf der Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> • biologischer Artbegriff 	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanismus der Art-umwandlung <p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veränderungen wahrnehmen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellvorstellung (Züchtung) zur Erklärung anwenden 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i> Fokussierung auf gegenwärtig beobachtbare evolutive Prozesse der Artumwandlung</p> <p>Erstellung einer Präsentation zum Zusammenhang zwischen Variabilität, Selektion und Fortpflanzungserfolg für ein selbst gewähltes Beispiel zur Begegnung der Fehlvorstellung, dass „Anpassung“ aktiv auf der Individual-ebene erfolgt (aGA).</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ← UV 5.3 Nutztiere, Züchtung ← UV 10.4 Anpassungen ←UV 10.2/10.3 Genetik

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>UV 10.5 Der Stammbaum des Lebens</p> <p><i>Wie hat sich das Leben auf der Erde entwickelt?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p>IF 5: Evolution</p> <p>Entwicklung des Lebens auf der Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeitliche Dimension der Erdzeit- alter • Leitfossilien • natürliches System der Lebewesen • Evolution der Landwirbeltiere 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veränderungen wahrnehmen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>K4: Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftliche Denkweise 	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Rekonstruktion von Stammbaumhypothesen, auch im Kontext Evolution des Menschen möglich</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.2: Wirbeltiere in meiner Umgebung</p> <p><i>...zu Synergien</i></p> <p>↔ Geschichte</p>
<p>UV 10.6 Evolution des Menschen</p> <p><i>Wie entstand im Laufe der Evolution der heutige Mensch?</i></p> <p><i>Evolution – nur eine Theorie?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p>IF 5: Evolution</p> <p>Evolution des Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merkmalsänderungen im Verlauf der Hominidenevolution 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • anatomische Veränderungen wahrnehmen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoriebegriff 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Fokussierung auf <i>Australopithecus</i>, <i>Homo erectus</i> und <i>Homo sapiens/Homo neanderthalensis</i></p> <p><i>Kurzreferat zu Neandertal und Neandertaler</i></p> <p><i>...zu Synergien</i></p> <p>↔ Geschichte</p> <p>→ Religion</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>Konkretisierte Kompetenzen:</p> <p>UV 10.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Unterschiede zwischen Reiz und Erregung sowie zwischen bewusster Reaktion und Reflexen beschreiben (UF1, UF3), • die Wahrnehmung eines Reizes experimentell erfassen (E4, E5) • den Vorgang der Informationsübertragung an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells beschreiben (UF1, E6), • die Informationsübertragung im Nervensystem mit der Informationsübertragung durch Hormone vergleichen (UF 3), • körperliche Reaktionen auf Stresssituationen erklären (UF2, UF4), • von Suchtmitteln ausgehende physische und psychische Veränderungen beschreiben und Folgen des Konsums für die Gesundheit beurteilen (UF1, B1). <p>UV 10.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Zellzyklus auf der Ebene der Chromosomen vereinfacht beschreiben und seine Bedeutung für den vielzelligen Organismus erläutern (UF1, UF4), • mithilfe von Chromosomenmodellen eine Vorhersage über den grundlegenden Ablauf der Mitose treffen (E3, E6), • Karyogramme des Menschen sachgerecht analysieren sowie Abweichungen vom Chromosomensatz im Karyogramm ermitteln (E5, UF1, UF2) <p>UV 10.3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Prinzip der Meiose und die Bedeutung dieses Prozesses für die sexuelle Fortpflanzung und Variabilität erklären (UF1, UF4), • das grundlegende Prinzip der Proteinbiosynthese beschreiben und die Bedeutung von Proteinen bei der Merkmalsausprägung anhand ihrer funktionellen Vielfalt darstellen (UF1, E6). • Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der Trisomie 21 beschreiben (UF1, UF2), • Familienstammbäume mit eindeutigem Erbgang analysieren (UF2, UF4, E5, K1), • Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf einfache Beispiele anwenden (UF2), • die Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen modellhaft darstellen (E6, K1). • Möglichkeiten und Grenzen der Pränataldiagnostik für ausgewählte Methoden benennen und kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4). <p>UV 10.4:</p>			

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Gedanken der Darwin'schen Evolutionstheorie zusammenfassend darstellen (UF1, UF2, UF3,), • Angepasstheit vor dem Hintergrund der Selektionstheorie und der Vererbung von Merkmalen erklären (UF2, UF4) • Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung vergleichen (UF3), • den biologischen Artbegriff anwenden (UF2), • den Zusammenhang zwischen der Angepasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihrem Fortpflanzungserfolg an einem gegenwärtig beobachtbaren Beispiel erklären (E1, E2, E5, UF2), • die Eignung von Züchtung als Analogmodell für den Artenwandel durch natürliche Selektion beurteilen (E6). <p>UV 10.5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft erklären (UF3, UF4). • Fossilfunde auswerten und ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung erklären (E2, E5, UF2), • anhand von anatomischen Merkmalen Hypothesen zur stammesgeschichtlichen Verwandtschaft ausgewählter Wirbeltiere rekonstruieren und begründen (E2, E5, K1) • die naturwissenschaftliche Position der Evolutionstheorie von nichtnaturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen abgrenzen (B1, B2, B4, E7, K4). <p>UV 10.6:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine Stammbaumhypothese zur Evolution des Menschen anhand ausgewählter Fossilfunde rekonstruieren und begründen (E2, E5, K1) 			

4 Curriculum Sekundarstufe II (neu ab 2022)

4.1 Einführungsphase

4.1.1 UV Z1 – Aufbau und Funktion der Zelle

<p>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmikroskopie
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6). 	<p>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Kontext: „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit 1 [1] zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle • Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) • Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2) • Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) • Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9) (Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16))
<ul style="list-style-type: none"> • eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). 	<p>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Kontext: „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit 2 [1] zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen • Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) • Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5) • Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente unter Nennung der jeweiligen Bruttogleichung (S2) • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung • Mikroskopie 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). • analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). 	<p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)</p> <p><i>Kontext:</i> Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximativer Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) • modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7) <p><i>Kontext:</i> Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: z.B. Nervenzellen (Vorbereitung für Q-Phase), (E7, E8) • Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: z.B. Blattgewebe (Vorbereitung für Q-Phase) (E8) • Analyse der Anpassungen von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Fakultativ: Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5) <p><i>Kontext:</i> Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle –

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)</p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9) fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3] Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050	Der alternative Kontext bietet für die Lehrkraft die Möglichkeit, das „System Zelle“ als kleinste lebensfähige Einheit am Beispiel von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Paramecium</i> im Unterricht erarbeiten zu lassen. Die zentralen Unterrichtssituationen werden anhand der Beispiele der beiden Einzeller entwickelt und dann verallgemeinert.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Volvox</i> zu verdeutlichen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch zu verdeutlichen.

4.1.2 UV Z2 – Biomembranen

UV Z2: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> • Experimente zu Diffusion und Osmose
Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine 	Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)
<ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). 	Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?	Kontext: Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1] zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Ery-

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen 		(ca. 6 Ustd.)	<p>throcyten-Membranen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen • Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) • Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> • erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). (Hinweis: Kompetenz wurde bereits abgedeckt) 	<p>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p> <p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) • Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14) • Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) • Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) • Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10) <p>Hinweis: Die folgenden zwei Kontexte sind fakultativ, da die zugehörige Kompetenz schon erfüllt wurde.</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut • Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7) <p><i>Kontext:</i> Organtransplantation <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&lang=9	Die durch SINUS.NRW bereitgestellten Materialien (2017) legen den Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz und hier beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051	Hier sind Sachinformationen zum Insulinrezeptorprotein und der durch Insulinbindung ausgelösten Signalkette sowie didaktische Hinweise etwa für die Einbindung der Basiskonzepte zusammengefasst. Neben essentiellen Informationen sind auch mögliche Vertiefungen angegeben, die eine Anwendung des Vorwissens der Lerngruppe ermöglichen.

4.1.3 UV Z3 – Mitose, Zellzyklus und Meiose

UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Fachschaftsinterne Absprachen Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
---	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Mitose: Chromosomen, Cytoskelett Zellzyklus: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). 	<p>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</p>	<p>Kontext: Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9). diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen 	<p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Ziele verfolgt die</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G₀-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G₀-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G₁-Phase zurückkehren können Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus <p><i>Kontext:</i></p> <p>Behandlung von Tumoren mit Zytostatika</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] Auswertung eines Infoblattes zu einem Zytostatikum mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise [2] konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8) <p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Analyse von Familienstammbäumen 	<ul style="list-style-type: none"> wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13). 	<p>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie <p><i>Kontext:</i></p> <p>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8] Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf	ausgearbeitetes Unterrichtsvorhaben „Kein Leben ohne Zelle – Auswirkungen einer Krebserkrankung und Möglichkeiten der Therapie“, aus dem Teile auch in diesem Zusammenhang verwendet werden können
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052	Sachinformationen zu Zytostatika und didaktische Hinweise
3	https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html	Leibniz-Institut für Primatenforschung
4	https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her-modernen-lebenswissenschaften.html	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5	https://zellux.net/	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin
6	https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen	Stammzellnetzwerk.NRW
7	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932	Arbeitsblatt Stammbaumanalyse, geeignet für Sek. I und Sek. II
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

4.1.4 UV Z4 – Energie, Stoffwechsel und Enzyme

UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> • Qualitativer Nachweis der alkoholischen Gärung
Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und 	Welcher Zusammenhang besteht zwischen	Kontext:

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Energieumwandlung: Redoxreaktionen • Enzyme: Kinetik 	<p>abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p> <p>• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5,</p>	<p>aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p> <p>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen</p>	<p>Die alkoholische Gärung als ältester biotechnologischer Prozess</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualitativer Nachweis der alkoholischen Gärung Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen Stoffwechsel anhand der alkoholischen Gärung • Wofür braucht die Hefe das ATP und NADH? Aufbau von körpereigenen Substanzen. Dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger <p><i>Kontext:</i></p> <p>„Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz • Hinweis: Oxidationszahlen anhand organischer Stoffwechselprodukte erarbeiten • Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus • Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel • Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen <p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Enzymaktivitäten • Enzyme: 	<p>E12, K8, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • erklären die Regulation der 	<p>reguliert ablaufen?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment zur Umsetzung von Harnstoff (1%) durch Urease (Hinweis: Bromthymolblau statt Phenolphthalein verwenden!) • Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm. • Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren • Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte • Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) z.B. anhand der Vergärung von Saccharose und Lactose • Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14) • Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors • Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) <p>•</p> <p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Regulation	Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).		<p>„Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) • Fakultativ: Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H⁺ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054	Sachinformationen und Anregungen für die Lehrkraft zur Darstellung der Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)

4.2 Qualifikationsphase GK

4.2.1 UV GK-N1 – Informationsübertragung durch Nervenzellen

<p>UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p>
<p>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)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information an Synapsen Steuerung und Regelung: Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen 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>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] <p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) 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: [2])
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial Potenzialmessungen 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). 		<p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<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"> begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] <p><i>Kontext:</i> Beeinflussung der Weiterleitungsgeschwindigkeit bei Multiple Sklerose <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Absprachen noch zu treffen (siehe alter SchiLP Seite 136/137)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse Stoffeinwirkung an Synapsen 	<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 (S3, E14). nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 	<p>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 [9] Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas <p><i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC <p>Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus</p>

Qualifikationsphase GK: UV GK-N1 – Informationsübertragung durch Nervenzellen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] <p>Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzqN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerz Wahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	https://www.kssg.ch/schmerzszentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis

Qualifikationsphase GK: UV GK-N1 – Informationsübertragung durch Nervenzellen

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
13	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

4.2.2 UV GK-S1 – Energieumwandlung in lebenden Systemen

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)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen	
	Konkretisierte Kompetenzerwartungen		
Inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. Zentrale Unterrichtssituationen: <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 • Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

4.2.3 UV GK-S2 – Glucosestoffwechsel

<p>UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Informationen erschließen (K)</p> <p>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <p>Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</p> <p>Steuerung und Regelung:</p> <p>Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen 	<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>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • 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 Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. • Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H⁺ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, 	<p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	B9).		Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3] <ul style="list-style-type: none"> • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
4	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport

4.2.4 UV GK-S3 – Fotosynthese

UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). 	<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Fotosynthese sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</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. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
<ul style="list-style-type: none"> Funktionale Anpasstheiten: 	<ul style="list-style-type: none"> erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise 	<p>Welche Blattstrukturen sind</p>	<p><i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Blattaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast • Chromatografie 	<p>auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). 	<p>für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>grünen Pflanzenteilen statt <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7) <p><i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Auswertung einer DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<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>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
3	https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen

4.2.5 UV GK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

<p>UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen Exkursion zu einem schulnahen Ökosystem</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</p>

Qualifikationsphase GK: UV GK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • 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>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellökosysteme (orientiert an Ökosystemem am heiligen Meer) <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 mit Hilfe einer Concept Map • 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 Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<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>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Vergleich von Bedingungen in Lebensräumen (Gräser oder Mischwald) <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselfysiologie) • 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)
<ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf 	<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 	<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die</p>	<p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

Qualifikationsphase GK: UV GK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Organismen: ökologische Potenz</p> <ul style="list-style-type: none"> Ökologische Nische <ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<p>Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</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). analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p>Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.) + Exkursion</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 abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17) <p>Kontext: Heideflächen – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erfassung von Arten in einem Heidegebiet auf einer Exkursion zum heiligen Meer unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1] Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung für Heidegebiete, Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen Heideflächen(K11–14) [2,3]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa	Erläuterungen zu Zeigerwerten von Moosen und Flechten, Zeigerwerte zu Gefäßpflanzen sind hingegen in verschiedenen Quellen leicht zu recherchieren. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf	Unterrichtsmaterial und Recherchetipps zu intensiv und extensiv genutztem Grünland (z.B. tabellarischer Vergleich auf S. 10)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
3	http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.

4.2.6 UV GK-Ö2 – Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen aufbereiten (K) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Fachschaftsinterne Absprachen Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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)

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität 	<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). 	<p>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) <p><i>Kontext:</i> Düngemiteinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse eines Fallbeispiels zur Eutrophierung durch Düngemittel(K12) Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
2	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen

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

<p>UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren</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>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <p>Kompartimentierung in Ökosystemebenen</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Stoffkreisläufe in Ökosystemen</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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) 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 ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]
<ul style="list-style-type: none"> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf 		<p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)
<ul style="list-style-type: none"> Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts 	<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>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</p>	<p><i>Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		(ca. 3 Ustd.)	<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)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
2	https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element – Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“.
3	https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
4	https://www.bmuv.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

4.2.8 UV GK-G1 – DNA

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten</p>	<p><i>Kontext:</i> Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHLE-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] • 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 (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) <p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p>umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • 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 [ggf. 3] • 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>Kontext:</p> <p>Transkription und Translation bei Eukaryoten</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</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 • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). 	<p>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)</p>	<p>im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p><i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, 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 und Funktion und Information und Kommunikation) Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien <p><i>Kontext:</i> Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6] Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html	
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html	
4	https://www.igb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078	Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.
6	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&t=104s	Max-Planck-Video Epigenetik

4.2.9 UV GK-G2 – Humangenetik und Gentherapie

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie 	<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 Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11). 	<p>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.)</p>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Kontext: Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen zentrale Unterrichtssituationen: <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 [1] Kontext: Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> • 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

Qualifikationsphase GK: UV GK-E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen
			<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.

4.2.10 UV GK-E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

<p>UV GK E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Zoobesuch <p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • 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 Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</p>	<p><i>Kontext:</i> Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung 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 und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <p><i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwenkolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1] • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <p><i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</p>

Qualifikationsphase GK: UV GK-E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 ultimer und proximaler Ursachen <p><i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüten-Koevolution)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte 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 unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079	Dieses Zusatzmaterial beinhaltet Sachinformationen für die Lehrkraft sowie einen Entwurf für ein mögliches Vorgehen im Unterricht basierend auf den Verhaltensexperimenten bei Lachmöwen der Gruppe von N. TINBERGEN.

4.2.11 UV GK-E2 – Stammbäume und Verwandtschaft

UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7) 	<p>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale 	<ul style="list-style-type: none"> 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). 	<p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p><i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1] Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und 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 <p><i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	<ul style="list-style-type: none"> 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>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>zwischen Lebewesen</p> <p><i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2]) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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) <p><i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 Intentionen der jeweiligen Quellen

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092	In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung Macrauchenia zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.

4.3 Qualifikationsphase LK

4.3.1 UV LK-N1 – Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
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)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems Steuerung und Regelung: Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). 	Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von	Kontext: Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)

Qualifikationsphase LK: UV LK-N1 – Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen 	<ul style="list-style-type: none"> entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mit Hilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). 	<p>Informationen? (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) 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: [2]) <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] 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) [4, 5] Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des

Qualifikationsphase LK: UV LK-N1 – Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 		<p>Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</p> <ul style="list-style-type: none"> ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] <p>Kontext:</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Beeinflussung der Weiterleitungsgeschwindigkeit bei Multiple Sklerose</u> <ul style="list-style-type: none"> zentrale Unterrichtssituationen: <u>Abspraken noch zu treffen (siehe alter SchiLP Seite 136/137)</u>
<ul style="list-style-type: none"> Störungen des neuronalen Systems 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). 	<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Kontext:</p> <p>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	<p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext:</p> <p>„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung Einstiegsversuch mit Vanille- und Zitronenaroma und dem Gemisch beider Aromen (Adaptation) Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle, da wesentlich einfacher als Auge), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale

Qualifikationsphase LK: UV LK-N1 – Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzqN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

4.3.2 UV LK-N2 – Informationsweitergabe über Zellgrenzen

UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse
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)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse 	<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). 	<p>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1] Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse <p>Kontext: Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 		<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet [2]) • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4] • Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5] • ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6] <p><i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis. Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. 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 [7, 8, 9]
<ul style="list-style-type: none"> • 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>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Lernen verändert das Gehirn <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10] • 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 [11] • ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf

Qualifikationsphase LK: UV LK-N2 – Informationsweitergabe über Zellgrenzen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			erfolgreiches Lernen) <ul style="list-style-type: none"> ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
<ul style="list-style-type: none"> Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). 	<p>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Körperliche Reaktionen auf Schulstress</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I) Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12] ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083	Zusatzmaterial „Modell zur neuronalen Verrechnung“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
4	https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf	Arbeitsblatt zur neuronalen Verschaltung und Verrechnung
5	https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571	Informationen zur Wirkung von Schmerzreizen auf Juckreiz
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
7	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
8	https://www.kssg.ch/schmerzszentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis

Qualifikationsphase LK: UV LK-S1 – Energieumwandlung in lebenden Systemen

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
9	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materialien
11	https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“

4.3.3 UV LK-S1 – Energieumwandlung in lebenden Systemen

<p>UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <p>Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<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>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</p> <p>(ca. 6 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] • Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen) <p><i>Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.</i></p>

Weiterführende

Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

4.3.4 UV LK-S2 – Glucosestoffwechsel

UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen erschließen (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen 	<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>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</p> <p>(ca. 8 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <i>aeroben</i> und <i>anaeroben</i> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), 	<p>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>der Bruttogleichung der Zellatmung</p> <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) <p><i>Kontext:</i></p> <p>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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^+ Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen 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>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12) Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3] angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
4	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport.

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

<p>UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,</p> <p>Fachliche Verfahren: Chromatografie, 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 (K)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <p>Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen</p>

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11), 	<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Fotosynthese sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ S1) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten: Blatt-aufbau 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8), 	<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13), 	<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Chromatografie • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<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>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung einer DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) • Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten • 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><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9) • 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) [5] • 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

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>Prozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) • 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)

Weiterführende

Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Nachweis von Sauerstoff mit Indigocarmin und Natriumdithionit, Versuchsprotokoll und Lösungen
2	https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Mikroskopie von Spaltöffnungen: Anleitung und Lösung
4	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher Bakterienversuch	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
5	https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Modell zur Lichtreaktion: Bauanleitung

4.3.6 UV LK-S4 – Fotosynthese: natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei C ₃ - und C ₄ -Pflanzen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau • C₄-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	<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), • beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, 	<p>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen?</p>	<p><i>Kontext:</i> Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 <p><i>Kontext:</i> Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und

Qualifikationsphase LK: UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	B12)	(ca. 4 Ustd.)	der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] <ul style="list-style-type: none"> • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Optimierung der Fotosynthese im Sinne einer höheren Biomasseproduktion pro Flächeneinheit und daraus resultierender CO₂-Fixierung mit anschließender Beurteilung •

Weiterführende

Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.mpg.de/14793996/kuenstliche-fotosynthese	Max-Planck-Gesellschaft, Stoffwechsel 2.0
2	https://www.max-wissen.de/max-hefte/kuenstliche-fotosynthese/	Biomax-Heft 37: Grünes Tuning – auf dem Weg zur künstlichen Fotosynthese

4.3.7 UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)	Fachschaftsinterne Absprachen: Exkursion zu einem schulnahen Ökosystem Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz
--	---

Qualifikationsphase LK: UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten 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)	Fachschaftsinterne Absprachen: Exkursion zu einem schulnahen Ökosystem Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • 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>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellökosysteme, (orientiert an Ökosystemem am heiligen Meer) <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 mit Hilfe einer Concept Map • 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 Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, 	<p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die</p>	<p><i>Kontext:</i> Vergleich von Bedingungen in Lebensräumen (Gräser oder Mischwald)</p>

Qualifikationsphase LK: UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische 	<p>E1-3, E9, E13).</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>Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.)</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) • 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><i>Kontext:</i></p> <p>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Qualifikationsphase LK: UV LK-Ö1 – Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</p> <p>(ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p>	<p>ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8) <p><i>Kontext:</i> Heideflächen – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion , Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand der Ermittlung von Zeigerpflanzen am heiligen Meer [1] (E4, E7–9) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung für Heidegebiete und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen Heideflächen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigerwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa	Erläuterungen zu Zeigerwerten von Moosen und Flechten. Zeigerwerte zu Gefäßpflanzen sind hingegen in verschiedenen Quellen leicht zu recherchieren. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf	Unterrichtsmaterial und Recherchetipps zu intensiv und extensiv genutztem Grünland (z.B. tabellarischer Vergleich auf S. 10)
3	http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.

4.3.8 UV LK-Ö2 – Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

<p>UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</p> <p>Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <p>Kompartimentierung in Ökosystemebenen</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <p>Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen • Ökosystemmanagement: nachhaltige 	<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). • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und 	<p>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Wie können Aspekte der</p>	<p><i>Kontext:</i> Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 Populationsökologie (E12) <p><i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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 [2], 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><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<p>Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<p>Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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) [3] • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide 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) [5]

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
3	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
4	https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
5	https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

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

<p>UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>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>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung: Stoffkreisläufe in Ökosystemen</p>
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1] 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) [2]
<ul style="list-style-type: none"> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf 		<p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4] Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5]

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung 	<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). • 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 (S4, E12, E14, K2, 	<p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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) [7] • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8] • 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><i>Kontext:</i> Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></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

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	K5).		Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10] <ul style="list-style-type: none"> • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file	Spektrum-Artikel mit anschaulichen Beispielen für die Entkopplung von Nahrungsbeziehungen
2	https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
3	https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element- Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“
4	https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
5	https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf	Unterrichtsmodul zum Kohlenstoffkreislauf des IPN Kiel
6	https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/	Factsheet der Leopoldina aus dem Jahr 2021. Sehr anschauliche Darstellung der Folgen des Klimawandels und der Bedeutung der Kippelemente (Tipping Points)
7	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf	Broschüre „Und sie erwärmt sich doch“ des Umweltbundesamtes, sachliche und verständliche Widerlegung von Thesen der Klimawandelskeptiker
8	https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
9	https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem	Animation zum anthropogenen Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Erde des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
10	https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung	umfassende Information des Umweltbundesamtes zur Stickstoffproblematik mit vielen Verlinkungen zu Datensätzen und Broschüren

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

<p>UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen Besuch eines molekularbiologischen Labors und Durchführung von PCR und Gelelektrophorese</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> 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). 	<p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ SI, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHLE-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] 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 (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) <p><i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen 	<ul style="list-style-type: none"> deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). 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). 	<p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten) <p><i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation 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><i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF) Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • PCR • Gelelektrophorese 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). 	<p>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>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: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien <p><i>Kontext:</i> Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6] • 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 [7]

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html	
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html	
4	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078	Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.
6	https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il	Video zur PCR des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam)
7	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „Gelelektrophorese“ bietet Material zur Anwendung der DNA-Gelelektrophorese auf konkrete Beispiele wie Vaterschaftsanalysen im Zusammenhang mit dem genetischen Fingerabdruck

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

UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin
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)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz 	<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). 	<p>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin 	<ul style="list-style-type: none"> • begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). 	<p>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges [1] • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse [2] • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung <p>Kontext: Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3] zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus • Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen <p>Kontext: Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen? zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen • Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung</p> <ul style="list-style-type: none"> Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&t=104s	Max-Planck-Video Epigenetik
2	https://www.youtube.com/watch?v=cL-lZnpY6Qg	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen
4	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/ https://cdrjournal.com/article/view/2994	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin
6	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.

4.3.12 UV LK-G3 – Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie

UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren 	<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 Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). 	<p>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</p>	<p><i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen zentrale Unterrichtssituationen:</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 [1] <p><i>Kontext:</i> Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie 	<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>(ca. 8 Ustd.)</p> <p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion</p> <ul style="list-style-type: none"> 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, ggf. Einbindung von [2] Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen <p><i>Kontext:</i> Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 [3, 4] beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven

Weiterführende Materialien:

Qualifikationsphase LK: UV LK E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstherapie

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.igb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Die Aufgabe „Transgener Bt-Mais“ bietet insbesondere Materialien zur Entwicklung der Bewertungskompetenz, die gentechnischen Grundlagen wurden adressatengerecht vereinfacht.
3	https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9	CRISPR-Cas Film Max-Planck-Gesellschaft
4	https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html	CRSIPR-Cas Seite Genom-Editierung Pflanzen

4.3.13 UV LK E1 – Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstherapie

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)	Fachschaftsinterne Absprachen ggf. Zoobesuch Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: 	<ul style="list-style-type: none"> begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der 	Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von	Kontext:

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness 	<p>Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</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>Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung 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 und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <p><i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwenkolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1] • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <p><i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten • Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert 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>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen <p><i>Kontext:</i> Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2] • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximativer und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen <p><i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte 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 unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079	Dieses Zusatzmaterial beinhaltet Sachinformationen für die Lehrkraft sowie einen Entwurf für ein mögliches Vorgehen im Unterricht basierend auf den Verhaltensexperimenten bei Lachmöwen der Gruppe von N. TINBERGEN.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080	Diese Zusatzmaterialien zur Evolution von Paarungsstrategien und Sozialsystemen bei Primaten bieten Sachinformationen und Materialien für Lehrkräfte, die ökologische und physiologische Daten sowie Informationen zum Paarungs- und Aufzuchtverhalten von Krallenaffen beinhalten.

4.3.14 UV LK-E2 – Stammbäume und Verwandtschaft

<p>UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>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>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <p>Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, 	<p>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</p>	<p>Kontext:</p> <p>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</p> <p>• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p>	<p>S6, S7, E12, K6, K7).</p> <p>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <p>• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p>	<p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation 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 Isolationsmechanismen • Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle <p>Kontext: Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Kontext: Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1] • Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 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>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Fehlerquellen</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 <p><i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene • 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 <p><i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2]) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) <p><i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092	In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung Macrauchenia zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.

4.3.15 UV LK-E3 – Humanevolution und kulturelle Evolution

UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen ggf. Besuch des Neanderthal-Museums Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt 	Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen	Kontext: Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell zentrale Unterrichtssituationen:

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</p>	<p>ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9). 	<p>werden? (ca. 7 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpanse unter Berücksichtigung proximaler und ultimer 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 <p><i>Kontext:</i> Kultur und Tradition – typisch Mensch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen Reflexion ultimer 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

5 Curriculum Sekundarstufe II (ALT)

5.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Einführungsphase	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung <p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Zellaufbau ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Funktion des Zellkerns ♦ Zellverdopplung und DNA</p> <p>Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • K1 Dokumentation • K2 Recherche • K3 Präsentation • E3 Hypothesen • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen <p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Thema/Kontext: Enzyme – <i>unentbehrliche Helfer bei biochemischen und biotechnologischen Prozessen</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung <p>Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Enzyme</p> <p>Zeitbedarf: ca. 19 Std. à 45 Minuten</p>

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (GK): UV LK-E3 – Humanevolution und kulturelle Evolution

<p>♦ Biomembranen ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2) Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten</p>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u> Thema/Kontext: Sport biologisch betrachtet – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i> Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen <p>Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel) Inhaltliche Schwerpunkte: ♦Dissimilation ♦Körperliche Aktivität und Stoffwechsel Zeitbedarf: ca. 26 Std. à 45 Minuten</p>	
<p>Summe Einführungsphase: 90 Stunden</p>	

5.2 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (GK)

Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – <i>Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl 	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – <i>Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn und seine Fähigkeit Gelerntes zu speichern?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (GK): UV LK-E3 – Humanevolution und kulturelle Evolution

<ul style="list-style-type: none"> • E6 Modelle <p>Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Aufbau und Funktion von Neuronen ♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1) <p>Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • K3 Präsentation <p>Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Plastizität und Lernen <p>Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</p> <p>Das Vorhaben endet je nach Ende der Sommerferien Ende November bis Mitte Dezember der Q I</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E5 Auswertung • K2 Recherche • B3 Werte und Normen <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen ♦ Bioethik <p>Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Thema/Kontext: Erforschung der Proteinbiosynthese – <i>Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E5 Auswertung • E6 Modelle <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation <p>Zeitbedarf: ca. 19 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p>

<p>Thema/Kontext: Gentechnologie heute – <i>Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • K2 Recherche • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen • <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Gentechnologie ♦ Bioethik</p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>	<p>Thema/Kontext: Untersuchungen zur Toleranz und Anpassungen von Pflanzen- und Tierarten an ihren Lebensraum – Welchen Einfluss üben dichteunabhängige abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten aus? (Ende Q I)</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen <p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Umweltfaktoren und ökologische Potenz</p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 87 Stunden</p>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p>Thema/Kontext: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen– Welchen Einfluss haben natürliche biotische und abiotische sowie anthropogen bedingte Faktoren auf die Dynamik im Ökosystem See?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • E5 Auswertung 	<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p>Thema/Kontext: Anthropogen bedingte Emissionen und Ihre Auswirkungen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe, speziell den Kohlenstoffkreislauf/Stickstoffkreislauf (je nach vorgegebenem Schwerpunkt, Stickstoffkreislauf bis 2020), und Energieflüsse?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen

<p>Inhaltsfelder: IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦Stoffkreislauf und Energiefluss <p>Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>	<p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦Mensch und Ökosysteme <p>Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></p> <p>Thema/Kontext: Beziehungen in Lebensgemeinschaften – Welchen Einfluss haben dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren, insbesondere intra- und interspezifische Beziehungen, sowie anthropogen bedingte Faktoren, wie z.B. die Schädlingsbekämpfung (Zentralabitur 2018) oder die Einbürgerung bzw. Einschleppung von Neobioten (ZA ab 2019), auf die Entwicklung von Populationen?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E6 Modelle • K4 Argumentation <p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦Dynamik von Populationen <p>Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 45 Minuten</p> <p>Dieses Vorhaben wird laut Beschluss der Fachkolleginnen und -kollegen ans Ende der Ökologie gesetzt, da es als Voraussetzung für die Vorhaben V und VI nicht erforderlich ist und durch Anknüpfen an die Resistenzentwicklung bei chemischer Schädlingsbekämpfung sinnvoll zu den Evolutionsfaktoren und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Populationen übergeleitet werden kann.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben X:</u></p> <p>Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • K4 Argumentation • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung <p>Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Stammbäume Teil 1 • Evolution und Verhalten <p>Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Minuten</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben XI</u></p> <p>Thema/Kontext: Humanevolution – <i>Wie entstand der heutige Mensch?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF3 Systematisierung• K4 Argumentation <p>Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">• ♦ Humanevolution <p>Zeitbedarf: ca. 8Std. à 45 Minuten</p>	
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 63 Stunden</p>	

5.3 Übersicht Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase (LK)

Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – <i>Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E5 Auswertung • E6 Modelle <p>Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Aufbau und Funktion von Neuronen ♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1) ♦ Methoden der Neurobiologie (Teil 1) <p>Zeitbedarf: ca. 25 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: Fototransduktion – <i>Wie entsteht aus der Erregung, ausgelöst durch einfallende Lichtreize, ein Sinneseindruck im Gehirn?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E6 Modelle • K3 Präsentation <p>Inhaltsfelder: IF 4 (Neurobiologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Leistungen der Netzhaut ♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2) <p>Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – <i>Lernen und Vergessen, welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn und seine Fähigkeit Gelerntes zu speichern?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung::</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung • K2 Recherche • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Plastizität und Lernen ♦ Methoden der Neurobiologie (Teil 2) <p>Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</p> <p>Das Vorhaben endet je nach Ende der Sommerferien Ende November bis Mitte Dezember der Q I</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung • E5 Auswertung • K2 Recherche • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen ♦ Bioethik <p>Zeitbedarf: ca. 25 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p>Thema/Kontext: Erforschung der Proteinbiosynthese – <i>Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?</i></p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p>Thema/Kontext: Gentechnologie heute – <i>Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p>

<p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E1 Probleme und Fragestellungen • E3 Hypothesen • E5 Auswertung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation</p> <p>Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • K2 Recherche • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>♦ Gentechnologie ♦ Bioethik</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p>Thema/Kontext: Untersuchungen zur Toleranz und Anpasstheiten von Pflanzen- und Tierarten an ihren Lebensraum – Welchen Einfluss üben dichteunabhängige abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten aus? (Ende Q I)</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen 	

<p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Umweltfaktoren und ökologische Potenz <p>Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>	
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 139 Stunden</p>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p>Thema/Kontext: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen– Welchen Einfluss haben natürliche abiotische und biotische Faktoren, speziell die Fotosynthese der Produzenten sowie anthropogen bedingte Faktoren auf die Dynamik im Ökosystem See? (Beginn der Reihe bei späten Sommerferien am Ende der QI als Grundlage für die Exkursion zum Hl. Meer)</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • K4 Argumentation • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen 	<p><u>Unterrichtsvorhaben IX:</u></p> <p>Thema/Kontext: Anthropogen bedingte Emissionen und Ihre Auswirkungen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe, speziell den Kohlenstoffkreislauf/Stickstoffkreislauf (je nach vorgegebenem Schwerpunkt), und Energieflüsse?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF4 Vernetzung • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Stoffkreislauf und Energiefluss <p>Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 45 Minuten</p>

<p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Dynamik von Populationen ◆ Mensch und Ökosysteme ◆ Umweltfaktoren und ökologische Potenz ◆ Fotosynthese <p>Zeitbedarf: ca. 33 Std. à 45 Minuten</p>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben X:</u></p> <p>Thema/Kontext: Beziehungen in Lebensgemeinschaften – Welchen Einfluss haben dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren, insbesondere intra- und interspezifische Beziehungen, sowie anthropogen bedingte Faktoren, wie z.B. die Schädlingsbekämpfung oder die Einbürgerung bzw. Einschleppung von Neobioten (ZA ab 2019), auf die Entwicklung von Populationen?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • E5 Auswertung • E6 Modelle <p>Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben XI:</u></p> <p>Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel und welche Belege gibt es dafür?</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen • E7 Arbeits- und Denkweisen • K4 Argumentation <p>Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p>

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆Dynamik von Populationen <p>Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Stammbäume Teil 1 • Evolution und Verhalten • Evolutionsbelege <p>Zeitbedarf: ca. 36 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben XII:</u></p> <p>Thema/Kontext: Humanevolution – <i>Wie entstand der heutige Mensch?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • E5 Auswertung • K4 Argumentation • <p>Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ◆Evolution des Menschen • <p>Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>	
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 111 Stunden</p>	

6 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 lernernah 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 sowie den Fokussierungen für das jeweilige Zentralabitur.
16. Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
17. Der Biologieunterricht ist lerner- 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 Exemplarität 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. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform moodle oder onedrive (Office 365) angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden können.

7 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Hinweis

Sowohl die Schaffung von Transparenz bei Bewertungen als auch die Vergleichbarkeit von Leistungen sind das Ziel, innerhalb der gegebenen Freiräume Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung zu treffen.

Auf der Grundlage von §48 SchulG, §13 APO-GOST, §6 APO-SI sowie Kapitel 5 des KLP SI Biologie (S.39f.) sowie Kapitel 3 des KLP SII Biologie (S.45ff.) 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.

7.1 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit grundsätzlich eine Rolle spielen:

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 Umgang mit Modellen, ...)

Dokumentation von unterrichtlichen Ergebnissen (Versuchsprotokolle, Arbeitsblätter, Plakate, Biologiehefter...)

Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen

Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation

Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt

Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit und Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)

Reflexions- und Kritikfähigkeit

Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel

Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

Orientierung für die Beurteilung der mündlichen Leistungen in der Sekundarstufe I und II bietet bspw. folgende Übersicht. Dabei wird der Entwicklungsstand der SuS' berücksichtigt. Dabei sehen wir uns auch in der Sekundarstufe II in der Verantwortung, SuS', die sich von sich aus sehr wenig am Unterricht beteiligen, in den Lernprozess einzubeziehen.

Beschreibung der Anforderungen	Leistungssituationen	Note/Punkte
Die Leistung entspricht den Anforderungen in besonderem Maße.	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche und sehr aktive Mitarbeit mit qualitativ sehr hochwertigen Beiträgen • Erkennen des Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang • eigenständige gedankliche und praktische Leistung z.B. die Entwicklung von Hypothesen, Planung und Durchführung von Experimenten als Beitrag zur Problemlösung • selbstständige Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modelle etc.) • sachgerechte und sehr reflektierte Beurteilung und Bewertung • maßgebliche und sehr engagierte Mitarbeit an der Planung, Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit inklusive der Einbindung theoretischen Wissens sowie besonderer zielführender Ideen • sehr klare sprachliche und fachsprachliche Darstellung 	Note: 1 Punkte: 15-13
Die Leistung entspricht voll den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche und sehr aktive Mitarbeit mit qualitativ hochwertigen Beiträgen • Erkennen des Problems 	Note: 2 Punkte: 12-10

	<ul style="list-style-type: none"> • eigenständige gedankliche und praktische Leistung z.B. die Entwicklung von Hypothesen, Planung und Durchführung von Experimenten als Beitrag zur Problemlösung • weitgehend selbstständige Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modelle etc.) • sachgerechte und reflektierte Beurteilung und Bewertung • maßgebliche und engagierte Mitarbeit an der Planung, Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit inklusive der Einbindung theoretischen Wissens sowie zielführender Ideen • klare sprachliche und fachsprachliche Darstellung. 	
Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> • insgesamt kontinuierliche und aktive Mitarbeit mit qualitativ angemessenen Beiträgen • Erkennen des Problems mit Unterstützung • gedankliche und praktische Leistungen wie z.B. die Entwicklung von Hypothesen, Planung und Durchführung von Experimenten als Beitrag zur Problemlösung erfolgen mit Unterstützung • angemessene Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modell etc.) 	Note: 3 Punkte: 9-7

Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

	<ul style="list-style-type: none"> sachgerechte und reflektierte Beurteilung und Bewertung erfolgen in Ansätzen angemessene Mitarbeit an der Planung, Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit inklusive der Einbindung theoretischer Grundlagen angemessene sprachliche und fachsprachliche Darstellung 	
Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> unregelmäßige Mitarbeit mit Beiträgen wechselnder Qualität gedankliche und praktische Leistungen wie z.B. die Entwicklung von Vermutungen und Durchführung von Experimenten als Beitrag zur Problemlösung erfolgen mit Unterstützung die angemessene Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modell etc.) bereitet Schwierigkeiten Beurteilung und Bewertung erfolgen nur ansatzweise Mitarbeit bei der Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit erfolgt teilweise sprachliche und fachsprachliche Darstellung mit Einschränkung 	Note: 4 Punkte: 6-4
Die Leistung entspricht den Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> kaum freiwillige Mitarbeit; auf Nachfrage Beiträge minderer Qualität 	Note: 5 Punkte: 3-1

nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.	<ul style="list-style-type: none"> gedankliche Leistungen als Beitrag zur Problemlösung finden nicht statt; bei der praktischen Arbeit wie z.B. Durchführung von Experimenten bringen sich die SuS' ein die angemessene Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modell etc.) gelingt in der Regel nicht Beurteilung und Bewertung überfordern die SuS' Mitarbeit bei der Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit erfolgt nur selten sprachliche und fachsprachliche Darstellung mit Mängeln 	
Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	<ul style="list-style-type: none"> keine freiwillige Mitarbeit; auf Nachfrage keine Antwort gedankliche und praktische Leistungen werden nicht erbracht die angemessene Auswertung fachspezifischen Materials (z.B. Diagramme, Modell etc.) gelingen nie Durchführung und Auswertung der Gruppenarbeit erfolgt ohne eigene Aktivität 	Note: 6 Punkte: 0

7.1.1 Ergänzende Hinweise zur Beurteilung

Neben den o.g. Kriterien für die Beurteilung der Sonstigen Mitarbeit werden folgenden weitere Kriterien in die Bewertung miteinbezogen:

Mündliche Beiträge

Der **Kurzvortrag** ist für die Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung von besonderer Bedeutung, da er sowohl Kompetenzen hinsichtlich des Fachwissens als auch der Beherrschung von Methoden sichtbar werden lässt. Auf diese Weise wird deutlich, ob eine Schülerin bzw. ein Schüler einen biologischen Sachzusammenhang angemessen strukturiert darstellen und kritisch konstruktiv kommunizieren kann.

Schriftliche Beiträge

Eine Form der Mitarbeit im Unterricht ist die **schriftliche Übung**. Sie gibt besonders den stilleren SuS' Gelegenheit, eine begrenzte, aus dem Unterricht erwachsene Aufgabenstellung schriftlich zu bearbeiten. Die Bearbeitungszeit wird in der Regel in der Sek. I 15 Minuten in der Sek. II 30 min nicht überschreiten. Schriftliche Übungen beziehen sich nur auf begrenzte Stoffbereiche im unmittelbaren Zusammenhang mit dem jeweiligen Unterricht. Ergebnisse von schriftlichen Überprüfungen haben keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung. In der SI wird nach Fachschaftsbeschluss mindestens 1 (max. 2) schriftliche Übung pro Halbjahr durchgeführt, in der SII hängt die Entscheidung von der Belastung der SuS' durch Klausurphasen und deren Zeitraum ab.

Lern- und Arbeitshaltung

Arbeitsgenauigkeit, Ausdauer und Selbständigkeit werden als Ausdruck eines positiven **Lern- und Arbeitsverhaltens** in die Gesamtbeurteilung einer Schülerin bzw. eines Schülers mit einbezogen. Auch die Einsatzbereitschaft einer Schülerin bzw. eines Schülers bleibt bei der Beurteilung nicht unberücksichtigt. Diese zeigt sich z. B. auch beim Einbringen von Anregungen, beim Planen gemeinsamer Vorhaben - wie Aufbau einer Ausstellung - oder bei der Pflege von Pflanzen und Tieren.

Partner- und Gruppenarbeit

Bei **Partner- und Gruppenarbeit** wird nicht nur die Gruppenleistung, erkennbar am gemeinsam erstellten Lernprodukt, beurteilt. Durch gezielte Beobachtung und Aufforderung werden Einblicke in die Arbeitsanteile einzelner Schülerinnen und Schüler gewonnen. Zudem geht ggf. auch die Vortragsleistung in die individuelle Gesamtbenotung ein.

Hausaufgaben

Das punktuelle Anfertigen von **Hausaufgaben** (z.B. das Anlegen eines Herbars) – das regelmäßige Stellen von Hausaufgaben ist gemäß des Lernzeitenkonzepts des Martinums für das Fach Biologie untersagt – gehört zu den Pflichten der SuS'. Ein Verstoß gegen diese Verpflichtung wird im Rahmen der Noten zum Arbeitsverhalten berücksichtigt.

7.1.2 Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene 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 SuS' außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

7.2 Beurteilungsbereich „Klausuren“

7.2.1 Einführungsphase

1 Klausur pro Halbjahr (90 Minuten) wird geschrieben.

Zur Vorbereitung der 1.Klausur kann eine schriftliche Übung zur Vermittlung der Anforderungen, die an die Bearbeitung

fachspezifischen Materials gestellt werden, vorab durchgeführt werden (ca. 30 Minuten).

Die Leistungsbewertung wird für die Klausuren in der Einführungsphase mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist.

Die prozentuale Gewichtung der Anforderungsbereiche sowie der Darstellung erfolgt entsprechend dem folgenden Schema:

AFB I	→ 40%
AFB II	→ 50%
AFB III	→ 10%

Die Darstellung wird mit 10% der Gesamtpunktzahl gewertet.

Das Kriterienraster wird erläutert, den korrigierten Klausuren beigelegt und den SuS' auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note um bis zu einer Notenstufe kann gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

7.2.2 Qualifikationsphase 1

Zwei Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK; Ausnahme erste Klausur kann 135 Minuten betragen).

7.2.3 Qualifikationsphase 2.1

Zwei Klausuren (je 180 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK), wobei in einem Fach die zweite Klausur im 1. Halbjahr durch einenssss Facharbeit ersetzt werden kann.

7.2.4 Qualifikationsphase 2.2

Eine Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung für die Klausuren in der Qualifikationsphase wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Die prozentuale Gewichtung der Anforderungsbereiche sowie der Darstellung erfolgt entsprechend der im Zentralabitur gestellten Aufgaben. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und den SuS' auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note um bis zu 2 Notenpunkten kann gemäß §13 Abs. 2 APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

7.3 Beurteilungsbereich Facharbeit

7.3.1 Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q2 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Universitäts- und/oder Landesbibliothek. Die AG Facharbeit hat schulinterne Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen berücksichtigen. Im Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

7.3.2 Fachspezifische Hinweise für die Anfertigung einer Facharbeit im Fach Biologie

Eine Facharbeit im Fach Biologie enthält laut Beschluss der Fachkonferenz stets einen praktischen Teil. Dieser wird bestenfalls in Form eines Experiments oder einer Untersuchung angelegt, kann aber auch in Absprache mit dem Fachkollegen in Form einer Auswertung einer eigens durchgeführten Umfrage o.ä. gestaltet sein.

Die SuS erhalten ein Informationsblatt als Ergänzung zu den allgemeinen Vorgaben und somit spezielle Tipps zur Anlage einer praktischen Facharbeit. Grundsätzlich bleibt aber stets die konkrete Beratung durch den betreuenden Fachlehrer einzuholen und es gilt, mit ihm oder ihr getroffene Absprachen einzuhalten. Es finden mindestens drei Beratungsgespräche statt, die dokumentiert werden.

Zur Gliederung der Facharbeit

Abweichend zu den allgemeinen Informationen sollte die Skizzierung des methodischen Vorgehens nicht bereits in der Einleitung bearbeitet, sondern in den Hauptteil verlagert werden.

Gestaltung des Hauptteils

Für experimentelle Arbeiten in den Naturwissenschaften ist es grundsätzlich wichtig, dass die erhobenen Daten eine gewisse Aussagekraft haben, d.h. ein einzelnes Experiment reicht hier nicht aus. Die Daten sollten mindestens 3-4 Mal gewonnen und anschließend ausgewertet werden. Ggf. kann ein Vergleich mit Daten, die der Literatur entnommen sind, erfolgen.

Darüber hinaus ist anzumerken, dass es durchaus mal sein kann, dass die eigenen Versuche nicht ‚klappen‘. Das schmälert die Facharbeit nicht, solange eine fundierte Versuchskritik samt Fehlerdiskussion erfolgt.

Zusatz zur Gestaltung des Schlusses

Im Schlussteil kann / soll ein Ausblick auf Untersuchungen gegeben werden, die zusätzlich durchgeführt werden müssten.

Weitere fachspezifische Beurteilungskriterien

Grundsätzlich gelten für die Beurteilungen: Die Bewertung erfolgt entsprechend der Gewichtung der Anforderungsbereiche für die Klausuren in der Qualifikationsphase.

Weitere Kriterien können z.B. sein:

- Grad der selbstständigen Leistung / Originalität des gewählten Themas
- fachliche Korrektheit des Inhalts / der Fachsprache
- fachspezifisch korrekte Darstellung der Diagramme und Tabellen,
- Aussagekraft und Glaubwürdigkeit der gewonnenen Daten, inklusive einer korrekten Auswertung und kritisch reflektierten Bewertung

7.3.3 Hinweise zur Korrektur der Klausuren und Facharbeit

Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz beschlossenen Grundsätzen entspricht, die Kriterien für die Notengebung den SuS' transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören insbesondere auch Hinweise zu individuell erfolversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien. Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren im Laufe der Einführungs- und der Qualifikationsphase auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden.

7.4 Randbemerkungen und Zeichen für die Korrektur und Bewertung in Klausuren

Neben der bereits beschriebenen Funktion der Kommentierung sollen Randbemerkungen für die SuS' wie auch für fachkundige Leser (z.B. Zweitkorrektoren) Hinweise auf besonders gelungene Teilleistungen geben, um so individuelle Stärken gezielt hervorzuheben. Daneben

sind Fehler und Mängel durch die im Folgenden aufgeführten Korrekturzeichen genau zu lokalisieren und präzise zu bezeichnen. Erläuterungen können, nach pädagogischem Ermessen der korrigierenden Lehrkraft, einer sachbezogenen Präzisierung dienen und / oder konkrete Verbesserungsvorschläge anbieten (nicht in Prüfungsarbeiten). Insgesamt sind einschlägige Stärken und Schwächen im Gutachten zu würdigen und bei der Notengebung zu berücksichtigen. Zudem bietet es sich an, das Gutachten für individuelle beratende Hinweise zu nutzen. Beobachtbare Mängel in der textangemessenen Versprachlichung sind dabei zu unterscheiden von Verstößen gegen sprachliche Richtigkeit. Letztere werden überwiegend durch die Fehlerzeichen Gr, R, Z erfasst. Fehler, die sich innerhalb einer Arbeit wiederholen, werden in der Regel mit „s.o.“ (z.B. „R s.o.“) gekennzeichnet und nicht gewertet. Wenn jedoch eine erneute Berücksichtigung für die Bewertung sachlich geboten sein sollte, so wird das Korrekturzeichen wiederholt. Eine Gewichtung von fachlichen Fehlern nach halben (–), ganzen (I) und Doppelfehlern (+) kann nach pädagogischem Ermessen der Fachlehrkraft vorgenommen werden. Ein Fehlerquotient wird nicht errechnet.

Eine Übersicht über die Korrekturzeichen findet sich im Anhang 11.1.

Eine Gewichtung von fachlichen Fehlern (Sa, D, Fa, Th, Bg) nach halben (–), ganzen (I) und Doppelfehlern (+) kann nach pädagogischem Ermessen der Fachlehrkraft vorgenommen werden und wird im Sinne der Transparenz der Leistungsbeurteilung für die SuS' empfohlen.

7.5 Mündliches Abitur

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten Prüfungsteil vorgelegt. Für den zweiten Prüfungsteil wird – entsprechend der Implementationsveranstaltung für das Fach Biologie im Januar 2017 – eine Dokumentation möglicher Gesprächsverläufe zur Verfügung gestellt. Für beide Teile werden die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung ausgewiesen.

8 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe I und II sind am Gymnasium Martinum derzeit die Bände des Schulbuchs *Natura – Biologie für Gymnasien* aus dem Klett Verlag eingeführt.

Die SuS' – insbesondere diejenigen, die im Unterricht gefehlt haben – arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Bei Bedarf oder auf Nachfrage erhalten sie von der jeweiligen Lehrkraft adäquates Material (z.B. Angabe der relevanten Buchseiten, Internet-Links, Übungsmaterial ...). Darüber hinaus können wichtige Unterrichtsergebnisse zur häuslichen Nacharbeit unter moodle oder onedrive (Office 365) eingestellt werden.

Neue Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem darauf hingewiesen, 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/>

9 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

9.1 Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die Fachkonferenzen Biologie und Sport kooperieren fächerverbindend in der Einführungsphase. Im Rahmen des Unterrichtsvorhabens V: „*Biologie und Sport – Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*“ werden im Sportunterricht Fitnesstests wie etwa der Münchener Belastungstest oder Cooper-Test durchgeführt und Trainingsformen zur Vorbereitung auf den Emsdettener Teekottenlauf vorgestellt. Diese werden im Biologieunterricht unter Aspekten des Energiestoffwechsels einbezogen.

9.2 Methodencurriculum

Die Fachschaft Biologie ist gemäß des Methodenkonzepts des Martinums in der Jahrgangsstufe 5 verantwortlich für die Einführung der Unterrichtsmethode ‚Stationen Lernen‘ sowie für die Einführung in die Fachmethode ‚Experimentieren‘ einschließlich Versuchsprotokoll (s. Hauscurriculum SI).

9.3 KAoA

Aufgrund der geforderten wissenschaftsorientierten (SI) bzw. wissenschaftspropädeutischen (SII) Ausbildung leistet das Fach Biologie durchgängig einen Beitrag, indem es den SuS' einen Einblick in die Forschung vermittelt und damit in das Berufsbild eines Biologen. Darüber hinaus wird den SuS' des LK durch das NATworking-Projekt in der Q1 ein konkreter Einblick in den Wissenschaftsbetrieb des Fachs Biologie ermöglicht.

9.4 Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos oder der Bezirksregierung bzw. der Kompetenzteams und des Landesinstitutes QUALIS teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den

Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt, ggf. in der Biologiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

9.5 Exkursionen

Verbindlich in der Sek. I sind gemäß Beschluss der Fachkonferenz ein Zoobesuch sowie eine Exkursion zum lokalen Ökosystem „Mühlenbach“ (s. Kernlehrplan Sek. I). Weitere interessante lokale Exkursionsziele, die teilweise mit den Biochemie-Kursen aufgesucht werden, sind die Ems, der Herzbach sowie das Hochmoor „Emsdettener Venn“. Darüber hinaus werden Angebote und Sonderausstellungen des Naturkundemuseums in Münster genutzt.

Abgesehen vom Abiturhalbjahr (Q2.2) 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: „NAT-Working“ im LK: Kooperation mit dem Fachbereich Biologie der Universität Osnabrück zum Thema Neurophysiologie. Es wird ein Projekttag zum Themenschwerpunkt, Degenerative Erkrankungen – zurzeit mit ‚Schwerpunkt Alzheimer (ab 2019 wieder Neuroenhancer/Drogen)‘ unter Leitung von Herrn Prof. Roland Brandt am Martinum durchgeführt. Ein Gegenbesuch seiner Abteilung mit Einblick in moderne diagnostische und bildgebende Verfahren findet statt.

Q1.2: fakultativ im LK (sofern angesichts der enormen Stofffülle noch Zeit bleibt) Experimente mit den Experimentierkoffern der Universität Osnabrück **oder Besuch des Schülerlabors der WWU Münster** (Isolierung von Erbsubstanz (DNA) aus Bakterien und Gemüsen, Analyse von DNA mit Restriktionsenzymen, Polymerasekettenreaktion (PCR), Gelelektrophorese und

genetisches Transformationsexperiment, Experimente rund um Southern Blot“, Genetischer Fingerabdruck)

Q2.1: „Biologische Station „Heiliges Meer“ im LK / GK: Exkursion im Kontext der Ökologie stehender Gewässer mit den Schwerpunkten ‚Fotosynthese‘, ‚K- und r-Strategen‘ und ‚Neobioten‘. Die Exkursion findet im LK zweitägig, im GK eintägig statt.

10 Qualitätssicherung und Evaluation

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

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert. Im Hinblick auf den Kernlehrplan für die Sek. I wird nun die Vorgaben des neue Kernlehrplans nach Rückkehr zu G 9 mit hoffentlich erhöhtem Stundenumfang oder reduziertem Inhalt für das Fach Biologie abgewartet. Die bisherigen Ergebnisse im Zentralabitur im Fach Biologie liegen deutlich über dem Landesschnitt, so dass sich das bisherige Hauscurriculum für die Qualifikationsphase grundsätzlich bewährt hat. Insbesondere die Bearbeitung der Ökologieaufgaben gelang in den letzten Jahren sehr gut. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch die Exkursion zum HI. Meer nachhaltiges Lernen in diesem Bereich ermöglicht wird. Es ist aber auch festzustellen, dass die enorme Stofffülle, die für das Zentralabitur zu bewältigen ist, vor allem im GK, aber auch im LK nur zu Lasten schüleraktivierender Unterrichts- und

Fachmethoden sowie Einschränkungen bei den Maßnahmen der inneren Differenzierung möglich wird. Dies beeinträchtigt die Motivation der überwiegend interessierten SuS', aber auch der K&K' maßgeblich und stellt vor allem eine wirklich Kompetenzförderung in dem für die Naturwissenschaften charakteristischen Bereich Erkenntnisgewinnung deutlich infrage. Zudem werden von den Kolleginnen und Kollegen, insbesondere der Grundkurse, unbezahlte Überstunden zur Unterstützung der Klausurschreiber geleistet, um die inhaltlichen Vorgaben erfüllen zu können. Darüber hinaus werden für die SuS mit Abiturfach Biologie Zusatzmaterialien zur Wiederholung und zum Üben entwickelt.

Die vorliegende Checkliste für die Evaluation kann bei Bedarf als Instrument einer Bilanzierung genutzt werden. Sie ermöglicht es, für jeweils relevante Aspekte den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren.

Ein Bogen zur Lehrplanevaluation findet sich in Anhang 11.2.

11 Anhang

11.1 Korrekturzeichen

Zeichen	Beschreibung
R	Rechtschreibung
Z	Zeichensetzung
G*	Grammatik (wenn nicht weiter spezifiziert, auch Syntax)
W**	Wortschatz

* Zur Spezifizierung von Grammatik- und Syntaxfehlern stehen zudem folgende Korrekturzeichen zur Verfügung:

Zeichen	Beschreibung
T	Tempus
M	Modus
N	Numerus
Sb	Satzbau
St	Wortstellung
Bz	Bezug

** Zur Spezifizierung von Wortschatzfehlern stehen zudem folgende Korrekturzeichen zur Verfügung:

Zeichen	Beschreibung
A	Ausdruck/unpassende Stilebene o.ä.
FS	Fachsprache (fehlend/falsch)

Zeichen für die inhaltliche Korrektur:

Zeichen	Beschreibung
✓	richtig (Ausführung/Lösung/etc.)
f	falsch (Ausführung/Lösung/etc.)
(✓)	folgerichtig (richtige Lösung auf Grundlage einer fehlerhaften Annahme/Zwischenlösung)
≈	ungenau (Ausführung/Lösung/etc.)
[–]	Streichung (überflüssiges Wort/Passage)
Γ bzw. #	Auslassung
Wdh	Wiederholung, wenn vermeidbar

Fachspezifisch für das Fach Biologie werden folgende Korrekturzeichen ergänzend verwendet:

Zeichen	Beschreibung
Sa	falsche Sachaussage, Material unzureichend ausgeschöpft, falsch zitiert
D	falscher Zusammenhang, falsche Schlussfolgerungen, lückenhafter Begründungszusammenhang, Widerspruch
Fa	falscher Fachausdruck
Bg	falsche, fehlende oder unvollständige Begründung
Th	Fehlender Bezug zum Thema/zur Aufgabenstellung

11.2 Bogen zur Lehrplanevaluation

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer? (Verantwortlich)	Bis wann? (Zeitraumen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertretung					
Sammlungsleitung					
Gefahrenstoffbeauftragung			Fristen beachten!		
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrkräfte				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				

materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten				
	Ausstattung mit Schülerexperimenten				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
Modifikation Unterrichtsvorhaben u. a. im Hinblick auf die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Klausuren					
Facharbeiten					
Kurswahlen					
Grundkurse					
Leistungskurse					

Projektkurse				
Leistungsbewertung / Grundsätze				
sonstige Mitarbeit				
Arbeitsschwerpunkt(e) SE				
fachintern				
- kurzfristig (Halbjahr)				
- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				
fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				

...				
-----	--	--	--	--