

Schulinterner Lehrplan Gymnasium in den Filder Benden – Sekundarstufe I

Biologie

(Fassung vom 01.08.2023)

Inhalt

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1	Unterrichtsvorhaben	5
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	26
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	28
2.4	Lehr- und Lernmittel.....	34
3	Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen	35

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

In unserem Schulprogramm ist als wesentliches Ziel der Schule beschrieben, die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen in den Blick zu nehmen. Es ist ein wichtiges Anliegen, durch gezielte Unterstützung des Lernens die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers in allen Bereichen optimal zu entwickeln. Im Sinne der Nutzung moderner Medien verfügt die Biologie momentan in jedem Fachraum über eine smarte Technikausstattung.

In den kommenden Jahren steht eine umfassende Sanierung an, die für den Fachbereich Biologie eine moderne und umfassendere Raumausstattung ermöglichen wird. Durch eine gemeinsame Veranlagung der Naturwissenschaften auf einer Etage wird eine fächerübergreifende Vorgehensweise aller Fächer des Lernbereichs unterstützt. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der Fächer hergestellt.

Studentafel ohne Wahlpflichtbereich:

	5	6	7	8	9	10	Summe
Biologie	2	1	-	2	-	2	7

Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

Fußläufig zu erreichen:

- Fließgewässer Moersbach (UV Ökologie Jgst. 8)
- Teiche (UV Ökologie Jgst. 8)
- Schlosspark Moers (Wiese, japanischer Garten; UV 5.4, 5.5)
- Streichelzoo (UV 5.2: Wirbeltiere)

Fachliche Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern

- LINEG WasserKlasse – rollender Bildungsbus
- Zoo Krefeld und Duisburg (insbesondere Zooschulen)
- St. Josef Krankenhaus Moers (Differenzierungskurs Biomedizin)
- Neanderthal-Museum in Mettmann (teilweise in Kooperation mit dem Fach Geschichte)
- Besuche des Lehr-Lernlabors (LLL) der Universität Duisburg-Essen (jahrgangsstufenspezifische Angebote)
- Umweltzentrum Krefeld (jahrgangsstufenspezifische und jährlich wechselnde sowie teilweise wiederkehrende Angebote)
- Umweltpädagogische Station Heidhof (Nähe Kirchhellen)

2 Entscheidungen zum Unterricht

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

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

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

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

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den weiteren Vereinbarungen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen sowie interne und externe Verknüpfungen ausgewiesen. Bei Synergien und Vernetzungen bedeutet die Pfeilrichtung \leftarrow , dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (*aufbauend auf ...*), die Pfeilrichtung \rightarrow , dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (*grundlegend für ...*). Verweise auf die entsprechenden Kompetenzen des Medienkompetenzrahmens sind farblich in Rot gekennzeichnet.

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

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

JAHRGANGSSTUFE 5				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Hinweise und Ideen
<p>UV 5.1: Die Biologie erforscht das Leben</p> <p><i>Welche Merkmale haben alle Lebewesen gemein- sam?</i></p> <p><i>Wie gehen Wissenschaft- lerinnen und Wissen- schaftler bei der Erforschung der belebten Natur vor?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Angepasst- heiten von Lebewesen</p> <p>Naturwissenschaft Biolo- gie – Merkmale von Lebe- wesen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichen des Le- bendigen • Die Zelle als struktu- relle Grundeinheit von Organismen • Schritte der naturwis- senschaftlichen Er- kenntnis- gewinnung 	<p>UF3: Ordnung und System- matisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien anwenden <p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <p>E7: Naturwissenschaftli- ches Denken und Ar- beiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung an einem einfachen Experiment <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heftführung • einfaches Protokoll 	<p>Sicherheitsbelehrung in der ersten Stunde im Fachraum</p> <p><i>...zu Synergien</i> Einführung in naturwis- senschaftliches Denken und Arbeiten, Protokoll: → Physik UV 6.1 → Chemie UV 7.1, 7.4</p>	<p><i>Material zur altersange- messenen Sicherheits- einweisung bei Moodle</i></p>

JAHRGANGSSTUFE 5				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Hinweise und Ideen
<p>UV 5.2: Wirbeltiere in meiner Umgebung</p> <p><i>Welche spezifischen Merkmale kennzeichnen die unterschiedlichen Wir- beltierklassen?</i></p> <p><i>Wie sind Säugetiere und Vögel an ihre Lebenswei- sen angepasst?</i></p> <p>ca. 15 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Angepasst- heiten von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Angepassthei- ten von Wirbeltieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über die Wirbeltierklassen • Charakteristische Merkmale und Le- bensweisen ausge- wählter Organismen 	<p>UF3: Ordnung und Systeme- matisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • kriteriengeleiteter Ver- gleich <p>UF4: Übertragung und Ver- netzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzeptbildung zu Wir- beltierklassen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messdaten vergleichen <p>K3: Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellungsformen 	<p><i>...zur Vernetzung Angepasstheiten → IF4 Ökologie und IF5 Evolution</i></p>	<p><i>... zur Schwerpunktset- zung: vertiefende Betrachtung der Angepasstheiten bei Säugetieren und Vögeln; weitere Wirbeltierklas- sen: exemplarische Be- trachtung von je zwei heimischen Vertretern</i></p> <p><i>Material zum kriterienste- ten Sortieren und Ver- gleichen bei Moodle</i></p>
<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. 6 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Angepasst- heiten von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Angepassthei- ten von Wirbeltieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Züchtung • Nutztierhaltung • Tierschutz 	<p>B1: Fakten- und Situations- analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interessen beschreiben <p>B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptio- nen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werte und Normen <p>K2: Informationsverarbei- tung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche • Informationsentnahme 	<p><i>...zur Schwerpunktset- zung</i></p> <p>Auswahl eines Nutztieres mit verschiedenen Zucht- formen für unterschiedli- che Nutzungsziele (exemplarisch am Bei- spiel des Schweins)</p> <p><i>...zur Vernetzung Züchtung und Artenwan- del → UV 8.6 Evolution</i></p>	<p>Biosphäre 5/6: S. 44-51 (Schwein)</p> <p><i>Zu Beginn sinnvoll: The- matisierung der Lebens- weise des Schweins S. 44-45</i></p> <p><i>MKR 2. 1: Wie sind Lebe- wesen durch Züchtung gezielt verändert wor- den? - Nutzen von Such- maschinen u. a Google scholar</i></p>

JAHRGANGSSTUFE 5				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Hinweise und Ideen
<p>UV 5.4: Erforschung von Bau und Funktionsweise der Pflanzen</p> <p><i>Was brauchen Pflanzen zum Leben und wie ver- sorgen sie sich?</i></p> <p><i>Wie entwickeln sich Pflan- zen?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Angepasst- heiten von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Angepassthei- ten von Samenpflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbauplan • Funktionszusammen- hang der Pflanzenor- gane • Bedeutung der Foto- synthese • Keimung 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • genaues Beschreiben • Einführung in das Mik- roskopieren <p>E4: Untersuchung und Ex- periment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faktorenkontrolle bei der Planung von Expe- rimenten <p>E7: Naturwissenschaftli- ches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schritte der Erkenntnis- gewinnung <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pfeildiagramme zu Stoffflüssen 	<p><i>...zur Schwerpunktset- zung</i></p> <p>Einführung des Zellbe- griffs</p> <p>einfachste Präparate ohne Präparationstech- nik</p> <p><i>...zur Vernetzung</i> → Mikroskopieren UV 6.1</p> <p>Stoffflüsse, Bedeutung der Fotosynthese → UV 8.4 Ökologie → UV 5.6, 6.1: Ernäh- rung und Verdauung, Atmung</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>Experimente: → Physik UV 6.2 → Chemie UV 7.4: Versuchsreihen anle- gen</p> <p>Fotosynthese: Energieumwandlung → Physik UV 6.2, 9.4</p>	<p>Fertigpräparate von Pflanzenzellen (z. B. Blattquerschnitt)</p> <p>Experimente zu Wasser- und Mineralstoffversor- gung</p> <p>Medienkompetenz: Bio- sphäre 5/6: S. 152 Dia- gramme erstellen und auswerten</p>

JAHRGANGSSTUFE 5				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Hinweise und Ideen
<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 lässt sich die Vielfalt von Blütenpflanzen im Schulumfeld erkunden?</i></p> <p>ca. 11 Ustd.</p>	<p>IF1: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen</p> <p>Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzung • Ausbreitung • Artenkenntnis 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präparation von Blüten <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 <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Abbildungen und Schemata 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Samen ← UV 5.4: Keimung</p> <p>Anpassungen bzgl. Bestäubung und Ausbreitung</p> <p>→ UV 8.1 Ökologie</p> <p>MKR 6.2: Algorithmen in einem Bestimmungsschlüssel erkennen</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Kennübungen: Blütenpflanzen im Schulumfeld (Biosphäre 5/6: S. 154f.)</p> <p>(evtl. App-Nutzung; Biosphäre 5/6, S. 102 Amphibien)</p>
<p>UV 5.6: Nahrung – Energie für den Körper</p> <p><i>Woraus besteht unsere Nahrung?</i></p> <p><i>Wie ernähren wir uns gesund?</i></p>	<p>IF2: Mensch und Gesundheit</p> <p>Ernährung und Verdauung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nahrungsbestandteile und ihre Bedeutung • ausgewogene Ernährung 	<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>B4: Stellungnahme und Reflexion</p>	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>→ UV 10.2: Diabetes</p> <p><i>... zu Synergien</i></p>	<p>Untersuchung von Milch, Zuckernachweis (z. B. Teststreifen), Proteine in Flüssigkeiten (Essig)</p> <p>MKR 4.1: Diagramme zu Nahrungsbestandteilen erstellen und auswerten</p>

JAHRGANGSSTUFE 5				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Hinweise und Ideen
<p><i>Was geschieht mit der Nahrung auf ihrem Weg durch den Körper?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verdauungsorgane und Verdauungsvorgänge 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertungen begründen <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protokoll 	<p>Energieumwandlung → Physik UV 6.2, 9.4 → Chemie UV 9.2</p>	<p><i>Unterrichtsmaterial auf Moodle</i></p> <p>MKR 1.1, 3.2, 3.3: Wie ernähren wir uns gesund? - Meinungen sammeln – eine Umfrage</p>

JAHRGANGSSTUFE 6				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 6.1: 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. 13 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 • Gefahren von Tabakkonsum 	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alltagsvorstellungen hinterfragen <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell als Mittel zur Erklärung <p>B4: Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungen begründen <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachtexte, Abbildungen, Schemata 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid ← UV 5.4: Bedeutung der Fotosynthese → UV 10.2: Aufgabe des „Zuckers“ im Blut / Diabetes</p> <p>Blut → UV 10.1 Immunbiologie</p>	<p>Zu Beginn: Schülervorstellungen abfragen (Blutkreislauf einzeichnen; z. B. www. biologieunterricht.info)</p> <p>Mikroskopie von Fertigpräparaten von Blut</p> <p>Anknüpfung an das Schulprogramm: Soziales Lernen / Lions Quest</p> <p>MRK 1.1, 3.2, 3.3: Warum ist Rauchen schädlich? Meinungen sammeln – eine Umfrage</p>

JAHRGANGSSTUFE 6				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 6.2: 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. 6 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 • Zusammenhang körperliche Aktivität- Nährstoffbedarf-Sauerstoffbedarf-Atemfrequenz- Herzschlagfrequenz 	<p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment planen und Handlungsschritte nachvollziehen <p>E5: Auswertung und</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlussfolgerung <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell als Mittel zur Erklärung <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagramm 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.2: Knochenaufbau</p> <p>← UV 5.6: Energie aus der Nahrung</p> <p>→ UV 10.2: Gegenspielerprinzip bei Hormonen (Blutzuckerregulation)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>Energieumwandlung</p> <p>→ Physik UV 6.2, 9.4</p> <p>→ Chemie UV 9.2</p>	<p>Kooperation mit dem Fach Sport, Datenerhebung dort (Daten zu Atem- und Herzfrequenz)</p> <p>Nutzung der Modelle aus der Sammlung (menschliches Skelett, Gelenkmodelle, Knochenpräparate)</p>
<p>UV 6.3: Pubertät – erwachsen werden</p> <p><i>Wie verändern sich Jugendliche in der Pubertät?</i></p> <p><i>Wozu dienen die Veränderungen?</i></p> <p>ca. 7 Ustd.</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>Entwicklung</p> <p>← UV 5.4: Keimung, Wachstum</p> <p>→ UV 8.10 und 10.3: Menschliche Sexualität</p>	<p>Projekttag in Kooperation mit externem Partner, dabei teilweise Arbeit in getrenntgeschlechtlichen Gruppen</p> <p>Fachübergreifendes Arbeiten: Religion und PP: psychische Veränderung/Erwachsen werden, Geschlechterrollen, Nähe und Distanz</p>

JAHRGANGSSTUFE 6				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 6.4: Fortpflanzung – ein Mensch entsteht</p> <p><i>Wie beginnt menschli- ches Leben?</i></p> <p><i>Wie entwickelt sich der Embryo?</i></p> <p>ca. 5 Ustd.</p>	<p>IF3: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschlechtsverkehr • Befruchtung • Schwangerschaft • Empfängnisverhütung 	<p>UF 4: Übertragung und Ver- netzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang der Or- ganisationsebenen: Wachstum durch Ver- mehrung von Zellen 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>Entwicklung ← UV 5.4: Keimung, Wachstum, sexuelle Fortpflanzung, Vererbung ← UV 5.3: Züchtung ← UV 5.5: Blütenpflanzen → UV 8.10 und 10.3: Menschliche Sexualität</p>	<p><i>Fächerübergreifendes Ar- beiten: Religion und PP: Übernahme von Verant- wortung</i></p> <p><i>MKR 4.1: Wie entwickelt sich der Embryo? - Stop Motion Video erstellen</i></p>

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 8.1: Erkunden eines Ökosys- tems</p> <p><i>Woraufhin können wir „un- ser“ Ökosystem untersu- chen?</i></p> <p><i>Wie ist der Lebensraum strukturiert?</i></p> <p><i>Welche abiotischen Fakto- ren wirken in verschiede- nen Teilbiotopen?</i></p> <p><i>Welche Arten finden sich in verschiedenen Teilbioto- pen?</i></p> <p><i>Wie beeinflussen abioti- sche Faktoren das Vor- kommen von Arten?</i></p> <p><i>Wie können Arten in ihrem Lebensraum geschützt werden?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<p>IF 4: Ökologie und Natur- schutz</p> <p>Merkmale eines Ökosys- tems (<i>terrestrisch</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkundung eines hei- mischen Ökosystems, • charakteristische Arten und ihre jeweiligen Ange- passtheiten an den Lebensraum • biotische Wechselwir- kungen • Artenkenntnis <p>Naturschutz und Nach- haltigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop- und Arten- schutz 	<p>E2: Wahrnehmung und Beobachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben von Öko- systemstruktur und Ha- bitaten • Messen von abioti- schen Faktoren <p>E3: Vermutung und Hypo- these</p> <p>E4: Untersuchung und Ex- periment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung der Untersu- chung: Auswahl der zu messenden Faktoren, Festlegung der Daten- erfassung, Auswahl der Messmethoden 	<p>Angepasstheiten: Fokus auf zwei abiotische Fak- toren und biotischen Fak- tor Konkurrenz</p> <p>Untersuchung und Expe- rimente zu abiotischem Faktor Licht sowie Tem- peratur</p> <p>...zur Vernetzung ← IF 1 Vielfalt und Ange- passtheiten von Lebe- wesen → IF 5 Evolution</p>	<p>Exkursion oder Unter- richtsgang</p> <p>Mögliche Ökosysteme: Wald, Pflasterritze, Wiese, Streuobstwiese</p> <p>Artenkenntnis: evtl. App- Nutzung</p>

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 8.2: Energiefluss und Stoff- kreisläufe im Ökosystem</p> <p><i>Wie lässt sich zeigen, dass Pflanzen energiereiche Stoffe aufbauen können?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung hat die Fotosynthese für Pflanzen und Tiere?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF 4: Ökologie und Natur- schutz</p> <p>Energiefluss und Stoff- kreisläufe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzip der Foto- synthese und des Koh- lenstoffkreislaufs • Nahrungsbeziehungen und Nahrungsnetze <p>Energieentwertung</p>	<p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachung in Sche- mata • kritische Reflexion <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>E7: Naturwissenschaftli- ches Denken und Ar- beiten</p> <p>Nutzung von Schemata und Experimenten</p>	<p><i>...zur Schwerpunktset- zung</i></p> <p>Ausführliche Behandlung der Fotosynthese</p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.4: Bedeutung der Fotosynthese</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>→ Physik UV 9.4: Ener- gieumwandlungsketten</p> <p>← Chemie UV 7.2: Ener- gieumwandlung bei chemischen Reaktionen</p> <p>Kohlenstoffkreislauf → Chemie UV 10.6</p>	<p>Experimente zur Abhän- gigkeit der Fotosynthese von abiotischen Ökofak- toren (z. B. Licht, Tempe- ratur)</p> <p>MKR 4.1: Stop Motion Vi- deo zum Energiefluss oder Stoffkreisläufen er- stellen</p>

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 8.3: 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. 4 Ustd.</p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Merkmale eines Ökosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkundung eines heimischen Ökosystems • Einfluss der Jahreszeiten • charakteristische Arten und ihre Angepasstheiten an den Lebensraum • biotische Wechselwirkungen • ökologische Bedeutung von Pilzen • Artenkenntnis 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich Pilz – Tier – Pflanze • verschiedene biotische Beziehungen 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Bau der Pilze: nur grundlegend im Kontrast zu Pflanzen und Tieren</p> <p>biotische Wechselwirkungen: Parasitismus, Symbiose und saprobiontische Lebensweise</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.1: Bau der Pflanzenzelle</p> <p>→ UV 8.2, UV 8.8 Stoffkreisläufe, Destruenten</p>	<p>Artenkenntnis: Fokussierung auf wenige, häufige Arten (z. B. Champignon, Fliegenpilz etc.)</p>
<p>UV 8.4: Bodenlebewesen und ihre Rolle im Ökosystem</p> <p><i>Warum wächst der Waldboden nicht jedes Jahr höher?</i></p> <p><i>Welche Wirbellosen finden wir im Falllaub?</i></p>	<p>IF 4: Ökologie und Naturschutz</p> <p>Merkmale eines Ökosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Arten und ihre Angepasstheiten an den Lebensraum, 	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über in der Streulebende Taxa 	<p><i>...zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Untersuchung von Streulebenden</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 8.3 Pilze als Destruenten</p> <p>→ UV 8.8 Stoffkreisläufe: Destruenten</p>	

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p><i>Welche ökologische Bedeutung haben Wirbellose im Waldboden?</i></p> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ausgewählte Wirbellosen-Taxa • ökologische Bedeutung von ausgewählten Wirbellosen • Artenkenntnis 			
<p>UV 8.5: Biodiversität und Naturschutz</p> <p><i>Wie entwickelt sich ein Lebensraum ohne menschlichen Einfluss?</i></p> <p><i>Wieso ist der Schutz von Biodiversität so wichtig?</i></p> <p><i>Wie muss eine Landschaft strukturiert sein, damit Insektenvielfalt möglich ist?</i></p> <p>ca. 9 Ustd.</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 • Biotop- und Artenschutz 	<p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt der Einflussfaktoren auf das Insektensterben <p>B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • individuelle, gesellschaftliche und politische Handlungsmöglichkeiten 	<p>Begründung des Naturschutzes</p> <p>...zur Vernetzung</p> <p>← UV 8.1: Zusammenhang von Biotop- und Artenschutz</p>	<p>konkrete Beispiele für Handlungsoptionen mit lokalem Bezug (Exkursion: Vorgartengestaltung in der Nachbarschaft der Schule)</p> <p>MKR 2.3: Wieso ist der Schutz von Biodiversität so wichtig? – Absichten der Quellen bewerten</p>
<p>UV 8.6: Mechanismen der Evolution</p>	<p>IF 5: Evolution</p> <p>Grundzüge der Evolutionstheorie</p>	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanismus der Artumwandlung 	<p>... Vernetzung</p> <p>← UV 5.3 Nutztiere, Züchtung</p> <p>← UV 8.1 Angepasstheiten</p>	<p>Klimawandel als Ursache für evolutive Prozesse</p> <p>Gegenwärtig beobachtbare evolutive Prozesse der Artumwandlung wie</p>

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p><i>Wie lassen sich die Anpasstheiten von Arten an die Umwelt erklären?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</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>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>→ UV 10.4/10.5 Genetik</p>	<p>z. B. Galapagos-Finken oder Artbildung bei Fischen im Rhein</p>
<p>UV 8.7: 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 Erdzeitalter • 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 Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.2: Wirbeltiere in meiner Umgebung</p>	<p><i>Material auf Moodle</i></p>
<p>UV 8.8: Evolution des Menschen</p> <p><i>Wie entstand im Laufe der Evolution der heutige Mensch?</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>Exkursion Neanderthalmuseum im Rahmen des Geschichtsunterrichts (Klasse 6)</p>	<p>Fokussierung auf <i>Australopithecus</i>, <i>Homo erectus</i> und <i>Homo sapiens/Homo neanderthalensis</i></p>

JAHRGANGSSTUFE 8				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
		E7: Naturwissenschaftli- ches Denken und Ar- beiten • Theoriebegriff		
UV 8.9: Menschliche Sexualität <i>Worin besteht unsere Ver- antwortung in Bezug auf sexuelles Verhalten und im Umgang mit unterschiedli- chen sexuellen Orientie- rungen und Identitäten?</i> ca. 8 Ustd.	IF 8: Sexualerziehung • Umgang mit der eige- nen Sexualität • Verhütung	B1: Fakten- und Situations- analyse • Unterscheidung von Fakten und Wertungen (geschlechtliche Orien- tierung und Identität) B4: Stellungnahme und Re- flexion • Verantwortung für sich selbst und Verantwor- tung der Anderen	...zur <i>Schwerpunktset- zung</i> altersgemäßes Grund- wissen über Verhütungs- methoden ...zur <i>Vernetzung</i> ← UV 6.3: körperliche und psychische Ver- änderungen in der Pu- bertät ← UV 6.4: Verhütung → UV 10.3: Verhütung, Thematisierung der Datenerhebung, hor- monelle Details	Material in der Sammlung (Schrack Nr. 3) → BzGA Broschüren, Kondome, Spirale, Pillen- packungen, Damenhygi- ene) MKR 1.4, 3.4, 5.4: Sex- ting unter Jugendlichen MKR 2.1: Empfängnis- verhütung - Nutzen von Suchmaschinen u. a. Google scholar

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.1 Immunbiologie – Ab- wehr und Schutz vor Er- krankungen</p> <p><i>Wie unterscheiden sich Bakterien und Viren?</i></p> <p><i>Wie wirken Antibiotika und weshalb verringert sich in den letzten Jahr- zehnten deren Wirksam- keit?</i></p> <p><i>Wie funktioniert das Im- munsystem?</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"> • Bau der Bakterienzelle • Aufbau von Viren • Einsatz von Antibiotika • virale und bakterielle Infektionskrankheiten • unspezifische und spezifische Immunreaktion • Impfungen • Allergien • Organtransplantation 	<p>UF4 Übertragung und Ver- netzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • variable Problemsituati- onen lösen <p>E1 Problem und Fragestel- lung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen z.B. zu historischen Experimen- ten formulieren <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beobachtungen inter- pretieren <p>K4: Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasiert, rational und schlüssig argumen- tieren <p>B3 Abwägung und Ent- scheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nach Abschätzung der Folgen Handlungsop- tion auswählen <p>B4 Stellungnahme und Re- flexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungen argumen- tativ vertreten 	<p><i>...zur Vernetzung</i> ← UV 5.1 Kennzeichen des Lebendigen ← UV 6.1 Blut und Be- standteile → UV 10.2 Schlüssel- Schloss- Modell</p>	<p><i>Hinweis: Die Unterrichts- vorhaben 10.1, 10.2 und 10.3 können in individu- eller Reihenfolge unter- richtet werden.</i></p> <p>Auswertung von histori- schen Experimenten (FLEMING, JENNER, BEH- RING o. a.)</p> <p>Sichtung und Bespre- chung eines exemplari- schen Impfbuches.</p> <p>Funktionsweise von Al- lergietests und Prinzip der Hyposensibilisierung (z. B. auch als Präsen- tationen)</p> <p>Organspendeausweis</p> <p>Evtl. <i>mRNA-Impfstoffe (Coronavirus)</i></p> <p>MKR 2.3 und 5.1: Wie kann man sich vor Infek- tions-krankheiten schüt- zen? - Seriöse Quellen erkennen</p>

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.2 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 • 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><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 5.6 Bestandteile der Nahrung, gesunde Ernährung</p> <p>← UV 6.1 Blut und Bestandteile, Zellatmung</p> <p>← UV 10.1 Schlüssel-Schloss-Passung bei Antikörpern und Antigenen</p>	<p>Evtl. vorher: Gibt es in der Klasse betroffene SuS oder Eltern/Geschwister? Erfahrungsberichte der SuS</p> <p>Information zu Diabetes Typ I und II sowie Insulinpumpen (Präsentationen möglich)</p> <p>Insulin und Glukagon: Cornelsen Biosphäre 7-10; S. 236f. Film im Lehrmaterial</p>

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.3: Fruchtbarkeit und Fami- lienplanung</p> <p><i>Welchen Einfluss haben Hormone auf die zyklisch wiederkehrenden Verän- derungen im Körper einer Frau?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Entste- hung einer Schwanger- schaft hormonell verhö- ten?</i></p> <p><i>Wie entwickelt sich ein ungeborenes Kind?</i></p> <p><i>Welche Konflikte können sich bei einem Schwan- gerschaftabbruch erge- ben?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF 8: Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • hormonelle Steuerung des Zyklus • Verhütung • Schwangerschaftsabbruch • Umgang mit der eige- nen Sexualität 	<p>B1 Fakten- und Situations- analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • relevante Sachverhalte identifizieren • gesellschaftliche Be- züge beschreiben <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • gesetzliche Regelungen • ethische Maßstäbe <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasierte Argu- mentation, • respektvolle, konstruk- tiv-kritische Rückmel- dungen zu kontroversen Positionen 	<p><i>...zur Schwerpunktset- zung</i></p> <p>Thematisierung der Da- tenerhebung zur Sicher- heit von Verhütungsmitteln</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 6.3 Keimzellen, Ablauf des weiblichen Zyklus, Voraussetzungen für eine Schwangerschaft</p> <p>← UV 6.4 Befruchtung und Schwanger- schaft, Entwicklung des Ungeborenen</p> <p>← UV 10.2 Hormonelle Regulation, Regel- kreise, negatives Feedback</p>	

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.4: Neurobiologie- Signale senden, emp- fangen und verarbeiten</p> <p><i>Wie steuert das Nerven- system das Zusammen- wirken von Sinnesorgan und Effek- tor?</i></p> <p><i>Welche Auswirkungen des Drogenkonsums lassen sich auf neuronale Vor- gänge zurück- führen?</i></p> <p><i>Wie entstehen körperli- che Stresssymptome?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<p>IF7: Mensch und Gesundheit</p> <p>Neurobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reiz-Reaktions- Schema • einfache Modellvorstel- lungen zu Neuron und Synapse • Auswirkungen von Drogenkonsum Reaktionen des Körpers auf Stress 	<p>UF3 Ordnung und Systema- tisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • zentrale biologische Konzepte <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklärung von Zusam- menhängen • kritische Reflexion <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachtypische Visualisie- rung <p>B1 Fakten- und Situations- analyse</p> <p>Sachverhalte und Zusam- menhänge identifizieren</p>	<p><i>... zur Schwerpunktset- zung</i></p> <p>didaktische Reduktion: Erregung = elektrisches Signal, Analogie Neuron- Stromkabel</p> <p>Bei einer Unterrichtszeit von 8 Stunden: Kombina- tion der inhaltlichen Schwerpunkte „Stress und Drogenkonsum“ zu einem alltagsnahen Kon- text (z.B. Schulstress und Nikotinkonsum)</p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 10.1 Schlüssel- Schloss- Modell (Synapse)</p> <p>← UV10.1 Immunbiolo- gie (Stress)</p> <p>← UV 10.2 Hormone (Stress)</p>	<p><i>z. B. Kokain, Crystal Meth, THC</i></p> <p><i>evtl. Präsentationen</i></p> <p>MKR 1.1, 3.2, 3.3: Wel- che Auswirkungen des Drogenkonsums lassen sich auf neuronale Vor- gänge zurückführen? - Meinungen sammeln – Umfrage</p>

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.5: Die Erbinformation- eine Bauanleitung für Lebewesen</p> <p><i>Woraus besteht die Erb- information und wie ent- stehen Merkmale?</i></p> <p><i>Welcher grundlegende Mechanismus führt zur Bildung von Tochterzel- len, die bezüglich ihres genetischen Materi- als identisch sind?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>IF6: Genetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromosomen und Karyogramm • artspezifischer Chromosomensatz des Menschen <p>Cytogenetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • (DNA) • Zellzyklus • Mitose und Zellteilung 	<p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell zur Erklärung und zur Vorhersage • kritische Reflexion <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung und Weiterentwicklung biologischer Erkenntnisse (Vorstellung der Weitergabe von genetischen Informationen) <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachtypische Darstellungsformen (z. B. Karyogramm) 	<p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 10.1 Blutgruppenvererbung</p> <p>← UV 10.1 Schlüssel-Schloss-Modell, Proteine</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>einfache Teilchenvorstellung</p> <p>← Physik UV 6.1</p> <p>← Chemie UV 7.1</p>	<p><i>Chromosomenmodell z. B. Pfeifenputzer oder Knete</i></p> <p><i>Sehr starker Bezug zum Lehrplan EF</i></p> <p><i>DNA auf molekularer Ebene erst in Sek. II</i></p> <p><i>Zellzyklus: Schwerpunkt auf Mitose (Kontroll- punkte in EF)</i></p> <p>MRK 4.1: Mitose - Stop Motion Video erstellen</p>

JAHRGANGSSTUFE 10				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarun- gen	Weitere Ideen und Hin- weise
<p>UV 10.6: 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. 10 Ustd.</p>	<p>IF6: Genetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meiose und Befruchtung • Genommutation • Pränataldiagnostik <p>Regeln der Vererbung (aufbauend auf MENDEL)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gen- und Allelbegriff • 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><i>Erbgutveränderung: Fokussierung auf zytologisch sichtbare Veränderungen (numerische Chromosomenaberrationen durch Meiosefehler) am Beispiel Trisomie 21</i></p> <p><i>...zur Vernetzung</i></p> <p>← UV 8.4 Evolution</p> <p>← UV 10.3 Fruchtbarkeit und Familienplanung</p> <p>← UV 10.1 Immunbiologie, Blutgruppenvererbung</p>	<p><i>Pränataldiagnostik fakultativ</i></p> <p><i>Fokus auf dominante und rezessive Vererbung</i></p> <p><i>Stammbaumanalyse überblicksartig, Vertiefung der Stammbaumanalyse erfolgt in der EF</i></p>

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Die Lehrerkonferenz hat unter Berücksichtigung des Schulprogramms als überfachliche Grundsätze für die Arbeit im Unterricht bekräftigt, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Gemäß dem Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Fachgruppe vereinbart, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachdidaktischen und fachmethodischen Grundsätze beschlossen:

Strukturierung und Vernetzung von Wissen und Konzepten

- Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
- Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
- Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)
- Herstellen von Zusammenhängen statt Anhäufung von Einzelfakten

Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten

- eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
- authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen, auch als Grundlage für problemlösendes Vorgehen

Einbindung von Experimenten und Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in Erkenntnisprozesse und in die Klärung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur Selbstständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- wenn möglich, authentische Begegnung mit dem lebendigen Objekt (z. B. durch Realobjekte im Unterricht) und Aufbau einer unmittelbaren Beziehung zur Natur (z. B. auch durch Unterrichtsgänge und Exkursionen)
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

Individuelle Förderung

- Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden, ggf. mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Individualisierung des Lernprozesses
- Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität bei der Erstellung von Materialien
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen bei Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler

Kooperation

- Einbeziehen von kooperativen Lernformen zur Förderung der Interaktion und Kommunikation von Schülerinnen und Schülern in fachlichen Kontexten
- gemeinsame Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Lernarrangements und binnendifferenzierenden Materialien durch die Lehrkräfte zur Qualitätssicherung und Arbeitsentlastung

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Fachkonferenz Biologie hat im Einklang mit dem entsprechenden allgemeinen schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

2.3.1 Grundsätze und rechtliche Grundlagen der Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz (§ 48 SchulG) sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die Sekundarstufe I (§ 6 AP -SI) und der Verordnung über den Bildungsgang und die Abiturprüfung in der gymnasialen Oberstufe (§§ 13 bis 19 APO-GOST B) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbeurteilung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten“ und „Sonstige Leistungen im Unterricht“ Sek. I/„Sonstige Mitarbeit“ Sek. II angemessen zu berücksichtigen.

Die „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ sowie die „Schriftlichen Arbeiten“ besitzen bei der Leistungsbewertung den gleichen Stellenwert.

Die Leistungsbewertung insgesamt bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen. Dies bedingt, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, grundlegende Kompetenzen, die sie erworben haben, wiederholt und in wechselnden Kontexten anzuwenden. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der Lernerfolgsüberprüfungen Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen sie eine Hilfe für weiteres Lernen darstellen. Die Lernerfolgsüberprüfung ist daher so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen beschlossenen Grundsätzen der Leistungsbewertung entsprechen, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die jeweilige Überprüfungsform den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglicht.

Die Beurteilung von Leistungen soll demnach mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und individuellen Hinweisen für das Weiterlernen verbunden werden. Wichtig für den weiteren Lernfortschritt ist es, bereits erreichte Kompetenzen herauszustellen und die Lernenden – ihrem jeweiligen individuellen Lernstand entsprechend – zum Weiterlernen zu ermutigen. Dazu gehören auch Hinweise zu erfolgversprechenden individuellen Lernstrategien. In den einzelnen Fächern werden unterschiedliche Formen der Leistungsüberprüfung eingesetzt, die aber in allen Fällen kriterienorientiert und kompetenzorientiert sind.

Den Schülerinnen und Schülern wird in regelmäßigen Abständen – in der Oberstufe zum Ende eines Quartals – Auskunft über den Leistungsstand im Bereich der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ gegeben.

2.3.2 Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit

Die Fachschaft Biologie des Gymnasiums in den Filder Benden Moers hat sich auf folgende fächerübergreifenden Kriterien bei der Bewertung der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ bzw. der „Sonstigen Mitarbeit“ verständigt:

Nicht immer werden alle Aspekte in gleichem Maße in jedem Fach zum Tragen kommen, daher wird es bei der Notenfindung unterschiedliche Gewichtungen geben, die den Schülerinnen und Schülern durch unsere Kolleginnen und Kollegen transparent gemacht werden.

2.3.2.1 Unterrichtsgespräch

Im Unterrichtsgespräch bewerten wir die Schülerinnen und Schüler nach folgenden Kriterien:

- Kommunikationsfähigkeit, fachliche Qualität (Kenntnisse, Methoden, Begriffe), Initiative und Problemlösungsstrategien und Kontinuität der Mitarbeit.
- Die Beurteilung erfolgt je nach Ausprägung von einer geringen Leistungseinschätzung, die der Note ausreichend entspricht, bis zu einer in hohem Maße einzuschätzenden Leistung, die den Noten gut bzw. sehr gut entspricht. Sollte eine Schülerin oder ein Schüler keine freiwillige Leistung zeigen und keine Beiträge nach Aufforderung liefern bzw. sollten diese falsch oder größtenteils falsch sein, führt dies zu einer ungenügenden bzw. mangelhaften Note.

2.3.2.2 Partner- und Gruppenarbeit

- In der Partner- und Gruppenarbeit stellen wir über das Unterrichtsgespräch hinausgehende Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler, die im Folgenden dargestellt werden. Kriterien zur Beurteilung der Leistung in der Partner- und Gruppenarbeit sind folgende:
Fachliche Qualität (Kenntnisse, Methoden, Begriffe),
- Kontinuität der Mitarbeit,
- Initiative und Problemlösungsstrategien,
- Kommunikationsfähigkeit,
- Methodensicherheit,
Arbeitsintensität,
- Teamfähigkeit und
- Präsentationskompetenz.

Die Beurteilung erfolgt je nach Ausprägung von einer geringen Leistungseinschätzung, die der Note ausreichend entspricht, bis zu einer in hohem Maße einzuschätzenden Leistung, die den Noten gut bzw. sehr gut entspricht. Sollte eine Schülerin oder ein Schüler nicht in Gruppen oder mit Partnern arbeiten und auch keine Ergebnisse präsentieren und sind die Beiträge innerhalb der Arbeitsgruppe darüber hinaus falsch oder teilweise falsch, führt dies zu einer ungenügenden bzw. mangelhaften Note.

2.3.2.3 Referate und Präsentationen

Ein Referat bzw. eine Präsentation bewerten unsere Lehrerinnen und Lehrer nach den Kriterien sachliche Richtigkeit, eigenständige Auswahl und Zuordnung der Aspekte, Gliederung und Formulierung, Thesenpapier, Interaktion mit der Lerngruppe, Präsentation und Vortrag und Einhalten der Vorgaben.

2.3.2.4 Hausaufgaben

Sekundarstufe I

Hausaufgaben ergänzen die schulische Arbeit, deren wesentlicher Teil im Unterricht geleistet wird. Wir geben Hausaufgaben auf,

- um das im Unterricht Erlernte und Erarbeitete einzuprägen, einzuüben und anzuwenden und
- die zur Vorbereitung neuer Aufgaben genutzt werden oder die im Unterricht eingesetzt werden und die Gelegenheit zu selbstständiger Auseinandersetzung mit einer begrenzten neuen Aufgabe bieten.

Hausaufgaben tragen somit dazu bei, dass Schülerinnen und Schüler befähigt werden, Lernvorgänge selbst zu organisieren sowie Arbeitstechniken und Arbeitsmittel selbst zu wählen und einzusetzen.

Grundsätze

Wir erteilen Hausaufgaben nach folgenden Grundsätzen:

- Hausaufgaben entstammen dem Unterricht und führen wieder zu den unterrichtlichen Inhalten hin.
- Hausaufgaben berücksichtigen in ihrem Schwierigkeitsgrad und Umfang die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und sollen von ihnen selbstständig, d. h. ohne fremde Hilfe, in angemessener Zeit angefertigt werden können.

Wir beachten bei der Stellung von Hausaufgaben, dass an Tagen mit Nachmittagsunterricht keine Hausaufgaben für den Unterricht des folgenden Tages gestellt werden. Darüber hinaus können Hausaufgaben dann aufgegeben werden, wenn an einem Freitag kein Nachmittagsunterricht stattfindet oder wenn nicht mehr als zwei Stunden Nachmittagsunterricht erteilt werden.

Die Ergebnisse der Hausaufgaben werden regelmäßig überprüft und sinnvoll in die weitere Arbeit im Unterricht einbezogen werden. Wir zensieren die Hausaufgaben in der Sekundarstufe I nicht, achten aber darauf, dass sie unter pädagogischen Aspekten Anerkennung finden.

Hausaufgaben sind zum vereinbarten Termin vorzulegen. Sollten sie aufgrund inhaltlicher Schwierigkeiten nur teilweise erledigt worden sein, weisen die Schülerinnen oder Schüler nach, dass sie sich mit dem aufgetretenen Problem auseinandergesetzt ha-

ben. Nicht angefertigte oder fehlerhafte Hausaufgaben werden zur nächsten Unterrichtsstunde erledigt bzw. korrigiert.

Bei mehrfach nicht gemachten Hausaufgaben werden die Eltern schriftlich informiert. Zur Optimierung der Kommunikationswege nutzen wir für alle Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I unseren Schulplaner.

Sekundarstufe II

In der Sekundarstufe II können die Hausaufgaben im Rahmen der Sonstigen Mitarbeit bewertet werden. Dabei werden folgende Kriterien angewendet:

- inhaltliche Richtigkeit, Präzision, Text- bzw. Problemverständnis
- Vollständigkeit und Richtigkeit der Ausführungen
- Klarheit und Übersichtlichkeit der Darstellung
- sprachliche und fachterminologische Klarheit
- fristgerechte Anfertigung

Nicht gemachte Hausaufgaben können in allen von Schülerinnen und Schülern selbst zu vertretenden Fällen wie nicht erbrachte Leistungen bewertet und damit einer Leistungsverweigerung gleichgestellt werden.

2.3.2.5 Dokumentationen: Unterrichtsmappen und -protokolle

Zur Dokumentation des Unterrichts werden in Biologie Mappen geführt. Es gelten für die Bewertung der Protokolle, Zeichnungen und weiteren Aufzeichnungen folgende Grundsätze:

- äußere angemessene Form
- Vollständigkeit
- sachliche Richtigkeit
- inhaltliche und sprachliche Darstellung
- angemessene fachsprachliche Richtigkeit

2.3.2.6 Schriftliche Übungen

Eine Form der sonstigen Mitarbeit ist die benotete schriftliche Übung. Die schriftliche Übung bezieht auf ein begrenztes Stoffgebiet und verlangt die Lösung von Aufgabenstellungen, die sich zwingend unmittelbar aus dem Unterricht ergeben. Unsere Kolleginnen und Kollegen sichern durch „Schriftliche Übungen“ den Lernerfolg, indem so

- Hausaufgaben überprüft werden,
- ein Unterrichtsaspekt dargestellt wird,
- bekannte Probleme beschrieben werden und
- aus dem Unterricht bekannte Lösungswege und Ergebnisse nachvollzogen werden.

Eine benotete schriftliche Übung darf nur an einem Tag angesetzt werden, an dem die Schülerinnen und Schüler keine Klassenarbeiten bzw. Klausuren schreiben.

Der zeitliche Umfang beträgt in der Sekundarstufe I nicht mehr als 20 Minuten und in der Sekundarstufe II nicht mehr als 45 Minuten.

2.3.3 Schriftliche Leistungen

Schriftliche Arbeiten stehen in der Sekundarstufe I nur im Differenzierungskurs Biomedizin an. In der Jahrgangsstufe 9 beträgt die Dauer der Klassenarbeiten 45 Min., in Jahrgangsstufe 10 90 Min.

Um eine Kontinuität der Vereinbarungen bei neuen Lehrerinnen und Lehrern zu gewährleisten und auch eine Evaluation vornehmen zu können, ob Vereinbarungen eingehalten werden, werden von den Lehrerinnen und Lehrern Arbeiten und Bewertungsraster ausgetauscht.

Klausuren in der Sekundarstufe II sind nur für die Schülerinnen und Schüler verpflichtend, die Biologie schriftlich angewählt haben, bzw. einen Leistungskurs belegen.

Die Anzahl und Dauer der Klausuren lassen sich der folgenden Tabelle entnehmen:

Jahrgangsstufe	Anzahl der Klausuren pro Halbjahr	Grundkurs	Leistungskurs
EF	1	90 Minuten	-
Q1	2	135 Minuten	180 Minuten
Q2.1	2	135 Minuten	225 Minuten

Die Bewertung in der Sekundarstufe II orientiert sich an den Bewertungsrastern für das Zentralabitur.

Weitere schriftliche Leistungen sind die Facharbeit deren Bewertung im Folgenden ausgeführt wird.

2.3.4 Facharbeit

Das Schreiben einer Facharbeit orientiert sich am allgemeinen Leistungskonzept des Gymnasiums in den Filder Benden (bzgl. der rechtlichen Grundlagen, des Terminplans, der Aufgaben und Ziele der Facharbeit, der Themenfindung, des Umfangs und der Gewichtung der Facharbeit, der Beratung durch die Fachlehrkraft, des Erwerbs von Methoden und Kompetenzen sowie der Anregungen zur Bewertung der Facharbeit).

Spezifische Anforderungen für das Fach Biologie

Für das Fach Biologie fließen im Rahmen der Facharbeit spezielle Anforderungen mit ein. So hat eine Problemorientierung einen besonderen Stellenwert und sollte in jedem Falle erkennbar sein. Besonders sind das naturwissenschaftliche Arbeiten bzw. Strukturierung der Arbeit hervorzuheben. Alle Aspekte der naturwissenschaftlichen Arbeits-

weise können einfließen (Beobachtung, Beschreibung, Deutung der Ergebnisse, spezielle methodische Vorgehensweisen, ...), sollten strukturiert und im angemessen berücksichtigt werden.

Ein Fokus kann auf dem praktischen bzw. dem methodischen Arbeiten liegen. Zu letzterem zählen bspw. diskontinuierliche und kontinuierliche Texte, die selbst erstellt sein können, zumindest aber beschrieben und unter einer präzisen Fragestellung ausgewertet sein müssen.

Die Fachschaft Biologie hat sich darauf verständigt, dass im Anschluss an das Schreiben der Facharbeit eine Präsentation der Ergebnisse im Plenum erfolgen soll.

2.4 Lehr- und Lernmittel

- Lehrwerke, die an Schülerinnen und Schüler für den ständigen Gebrauch ausgeliehen werden:
 - Sekundarstufe I:
 - Post, Martin, Brennecke, Anke, Leienbach, Karl-Wilhelm, Küster, Hansjörg, Rest, Silke, Schörner, Hans-Peter (2019): Biosphäre 5/6. Gymnasium Nordrhein-Westfalen G9. Cornelsen.
 - Post, Martin, Leienbach, Karl-Wilhelm, Brennecke, Anke, Küster, Hansjörg, Koth-Hohmann, Wolfhard, Rest, Silke, Schörner, Hans-Peter (2020): Biosphäre 7-10. Gymnasium Nordrhein-Westfalen G9. Cornelsen.
 - Sekundarstufe II:
 - Einführungsphase: Baller, Carla, Bickel, Horst, Hell, Lilla-Eliza, Stiehm, Matthias (2022): Natura Oberstufe Einführungsphase. Biologie. Nordrhein-Westfalen. Ernst Klett Verlag.
 - Qualifikationsphase: Baller, Carla, Bickel, Horst, Hell, Lilla-Eliza, Schindler, Jens, Schnelle, Kristina, Stiehm, Matthias (2023): Natura Oberstufe. Gesamtband mit Mediensammlung. Biologie. Nordrhein-Westfalen. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Lehrwerke, die im Klassensatz für den temporären Einsatz im Unterricht zur Verfügung stehen:
 - LK Biologie: Grüne Reihe, Materialien für den Sekundarbereich II (2012). Themenbände: Neurobiologie, Genetik, Stoffwechselphysiologie, Evolution Ökologie. Schroedel.

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können.

In den einzelnen Unterrichtsvorhaben ist jeweils angegeben, welche Beiträge die Biologie zur Klärung solcher Konzepte auch für die Fächer Physik und Chemie leisten kann, oder aber, in welchen Fällen im Biologieunterricht Ergebnisse der anderen Fächer aufgegriffen und weitergeführt werden.

Konzept zur beruflichen Orientierung

Aufbauend auf das allgemeine Berufsorientierungskonzept des Gymnasiums in den Fächern findet der Beitrag des Faches Biologie in folgenden Kursen statt:

- Differenzierungskurs Biomedizin in den Jahrgangsstufen 9 und 10
- Projektkurs Biomedizin in der Jahrgangsstufe Q1 (zukünftig, voraussichtlich ab SJ 2025/2026)
- Projektkurs Qualifikationsphase 1 „Naturwissenschaften“ (Experimentieren mit Grundschulern)
- Exkursionen zum Lehr-Lern-Labor der Universität Duisburg-Essen

<p>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <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>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt <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"> • 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>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kontext:</i> „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit [1] • <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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 (S2) > Besondere Hervorhebung dieser beiden Zellorganellen (einschließlich des Zellkerns) • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle

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). 	<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>(Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf 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 proximatere 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 ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) • Analyse der Anpassungen von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpassung der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) (E13)

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.

<p>UV Z2: Biomembranen</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</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) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen • Experimente zu Diffusion und Osmose <p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen</i> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation
--	---

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<p>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <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 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 physiologische Anpassungen: Homöostase Untersuchung von osmotischen Vorgängen 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). 	<p>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen 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)

<ul style="list-style-type: none"> 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). erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<p>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Strukturen sind für die</p>	<p><i>Kontext:</i> Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch? <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, (fakultativ: 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) <p><i>Kontext:</i> Fakultativ: Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2] <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 sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) 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></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>Fakultativ: Organtransplantation zentrale Unterrichtssituationen:</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	<p>Die durch SINUS.NRW bereitgestellten Materialien (2017) legen den Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz und hier beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.</p>
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051	<p>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.</p>

<p>UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>)
---	---

• 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>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) • Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat • 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

<ul style="list-style-type: none"> 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 Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12). 	<p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 1-2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fakultativ: 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 fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod) <p><i>Kontext:</i> Behandlung von Tumoren mit Zytostatika zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] Vorstellung eines Zytostatikums und Herstellung eines Bezugs zur Mitose (ggf. Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [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> Fakultativ: Unheilbare Krankheiten künftig heilen? zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6] Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5) Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen.

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> (Aufbau der DNA) Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen Meiose Rekombination 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und erklären den Aufbau der DNA erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14). 	<p>Wie ist die DNA aufgebaut und welche Strukturen sind von besonderer Bedeutung? (ca. 1-2 Ustd.)</p> <p>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11) <ul style="list-style-type: none"> Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen. <p>Fakultativ, falls zeitliche Möglichkeit vorhanden, ansonsten thematisch in der Q1: Kontext: Aufbau der DNA am Beispiel des Doppelhelix-Modells von Watson und Crick</p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen und vertiefende Betrachtung) <p>Kontext: Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I) Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) Vertiefende Betrachtung der Meiose 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)

<ul style="list-style-type: none"> 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>	<p><i>Kontext:</i> Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern <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 (nur autosomale Erbgänge) Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie <p><i>Kontext:</i> Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingtem Merkmal <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) 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-gesellschaftlicher-modernen-lebenswissenschaften.html	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5	https://zellux.net/	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Energieumwandlung: Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbaudem Stoffwechselprozessen (S5, S6). 	<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbaudem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Kontext: „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwertta- belle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoff- wechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von ab- bauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechsel- wegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energie- überträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvor- stellungen: ATP als Energieüberträger <p>Kontext: „Chemie in der Zelle“ – Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Ab- bau von Stoffen</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I Chemie): Redoxreaktion als

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Enzyme: Kinetik Untersuchung von Enzymaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 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). 	<p>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz</p> <ul style="list-style-type: none"> 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> Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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) Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) <p><i>Kontext:</i> Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen. <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 wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Enzyme: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 		<ul style="list-style-type: none"> Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) fakultativ: Rückkopplung (um auf genregulatorische Prozesse in der Q1 zurückgreifen zu können) <p><i>Kontext:</i> „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) 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.)

<p>UV GK/LK N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Schwarz: LK und GK</p> <p>Rot: LK zusätzlich</p> <p>Blau: GK zusätzlich</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf des neuronalen Systems <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen 	<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). 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 ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <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] s. Zusatzmaterial) <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> • 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 Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle • ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]
<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><i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] • modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8] • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung • (fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren)
	<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). 	Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	<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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			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
<ul style="list-style-type: none"> Stoffeinwirkung an Synapsen 	<ul style="list-style-type: none"> nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 		<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 Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung 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 [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.

Weiterführende Materialien für den GK:

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/get-TaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
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^gift-cocktailmeeresschnecke^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/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
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/getPool-File?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Weiterführende Materialien für den LK:

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 Schmerz Wahrnehmung
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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

<p>UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf des neuronalen Systems <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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:</p> <p>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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><i>Kontext:</i></p> <p>Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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]

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: 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? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> „Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), 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
<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</p> <p><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]

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
<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></p> <p>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></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.igb.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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
8	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
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“

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

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"> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben 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 wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</p> <p>(ca. 6/5 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i> Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (\rightarrowEF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (\rightarrow Physik Sek I) [1] Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP. Die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) [2] 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)

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<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. 8/6 Ustd)</p>	<p>Kontext:</p> <p>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Redoxreaktionen 			<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p><i>Kontext:</i> Knallgasreaktion in den Mitochondrien? <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 NADH+H⁺ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • (fakultative) Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechselfeldscheibe)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<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), 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>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6/5 Ustd.)</p>	<p>Kontext: 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) ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern <p><i>Alternative Idee: anaerobe Stoffwechselprozesse beim Sport (Lactatbildung)</i></p> <p>Kontext: 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) unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→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
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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion zu einer schulnahen Wiese
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten <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? (ca. 8/5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum. <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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen. Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) <ul style="list-style-type: none"> • 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)
<ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und 	<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). <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 	<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7/5 Ustd.)</p> <p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4/3 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <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), 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 (K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8) <p><i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9) • Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen. Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	den Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).		<p>Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (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)
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.

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

<p>UV LK/GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</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> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

Inhaltliche Aspekte	As- Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren Funktionale Anpasstheiten: Blatt-aufbau 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11), erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8), 	<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Solarenergie 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 (→ SI) 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) <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 Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)

Inhaltliche Aspekte	As- Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie 	<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? (ca. 4 Ustd.)</p>	<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 • Sachgemäße Durchführung der 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 • 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)
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduk- 	<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 	<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd. ca. 7 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? <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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>tion, Regeneration</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<p>zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).</p>		<p>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]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) • 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 • 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/Engelmanscher_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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Photosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12) 	<p>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Photosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Künstliche Photosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Photosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Photosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)

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 Photosynthese

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

<p>UV LK/GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> Besuch eines molekularbiologischen Labors und Durchführung von PCR und Gelelektrophorese
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

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). 	<p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</p> <p><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-STAHN-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)
	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). 	<p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</p> <p>(ca. 8 Ustd. ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</p> <p><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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema</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)
	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). 	<p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p>	<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)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p>	<p>• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p> <p>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</p>	<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><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 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] <p>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</p>

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?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.htm	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.htm	
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.htm	
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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese <p>Steuerung und Regelung:</p> <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"> 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) 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

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>	<p>Kontext: Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basis-konzept 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?</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung 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-IZnpY6Qg	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK/GK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese <p>Steuerung und Regelung:</p> <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 Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren 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). erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz genteherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). 	<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? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit genteherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd. ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, 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) <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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive • 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:

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.iqb.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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK/GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Zoobesuch
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>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>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>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 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 Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd. ca. 5 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. ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> 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 Lachmöwen-Kolonien 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

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 lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd. ca. 2 Ustd.)</p> <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><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 Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen <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-Blüten-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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> 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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK/GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den LK</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten für den GK</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <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) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>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"> 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
<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). 	<p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). 	<p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</p> <p><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)</p> <p><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

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><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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.09.2023

<p>UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Besuch des Neanderthal-Museums
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>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"> Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9). 	<p>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen <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 ultimativer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung