

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



# **Biologie**

**(Bearbeitungsstand vom 31.10.2023)**

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die hier vorgestellte Schule ist ein Gymnasium und liegt im Rhein-Erft-Kreis. Exkursionen können in unmittelbarer Umgebung zum Kasterer See, zur Erft und zu den ehemaligen Klärteichen vorgenommen werden. Das Schulgebäude verfügt über drei Biologiefachräume. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden. Zudem verfügt die Sammlung über ein DNA-Modell und zwei Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule (Herrn Schütz) ab.

Auf demselben Flur gelegen, befindet sich ein Informatikraum, in dem insgesamt sechzehn internetfähige Computer stehen, die gut für Rechercheaufträge genutzt werden können. Außerdem steht ein Laptopwagen mit 22 internetfähigen Laptops in der Biologiesammlung zur Verfügung. Diese müssen jedoch im Vorfeld reserviert werden. Außerdem ist die webbasierte Lern- und Arbeitsplattform „Moodle“ eingerichtet. Die Lehrbesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehenen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 130 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 5 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 5 Grundkurse und ein Leistungskurs gebildet werden.

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

Jg.	Fachunterricht von 5 bis 6
5	BI (2)
6	BI (2)
	Fachunterricht 7-10
7	--
8	BI (2)
9	BI (2)
10	---
	Fachunterricht EF und Q (GK / LK)
11	BI (3)
12	BI (3/5)
13	BI (3/5)

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

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die

Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden. Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans steht dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfalt, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper, ethische Grundsätze, Gesundheit und Umweltschutz.

## 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.

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

# Inhaltsfeld Neurobiologie

## Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

Grundlagen der Informationsverarbeitung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung, <i>primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</li> </ul>
	<b>Neuronale Plastizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> <li>Zelluläre Prozesse des Lernens</li> <li>Störungen des neuronalen Systems</li> </ul>
Fachliche Verfahren	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Potenzialmessungen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neurophysiologische Verfahren</li> </ul>

## Basiskonzepte

### im Grund- und Leistungskurs

Struktur und Funktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul>
Stoff- und Energieumwandlung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul>
Information und Kommunikation
<ul style="list-style-type: none"> <li>Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul>
Steuerung und Regelung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul>
Individuelle und evolutive Entwicklung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>

# Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler...

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion S3 E12		Sachkompetenz (S)
erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen S1 S6 E12 K9 B1 B6		
	erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung S2 K11	
	erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen S2 K6 K10	
	erläutern synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab S2 S6 E12 K1	
	beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion S2 S6	
entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials S4 E3		Erkenntnisgewinnungs-kompetenz (E)
erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge S3 E14	erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge <i>und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar</i> S3 E14	
vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an S6 E1-3		
nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung B5-9		Bewertungs-kompetenz (B)
	analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive S3 K1-4 B2 B6	

# Inhaltsfeld Stoffwechselfysiologie

## Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

<b>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel, Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-ADP-System</li> </ul>	
<b>Aufbauender Stoffwechsel</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, <i>Lichtsammelkomplex</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energetisches Modell der Lichtreaktion</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>
<b>Abbauender Stoffwechsel</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Feinbau Mitochondrium</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energetisches Modell der Atmungskette</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> </ul>
<b>Fachliche Verfahren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Chromatografie</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tracer-Methode</li> </ul>

## Basiskonzepte

### im Grund- und Leistungskurs

<b>Struktur und Funktion</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle</li> </ul>	
<b>Stoff- und Energieumwandlung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul>	
<b>Steuerung und Regelung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li> </ul>	
<b>Individuelle und evolutive Entwicklung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>

# Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler...

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen S4-6 E3 K6-8		Sachkompetenz (S)
erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht S2 S7 E2 K9		
	vergleichen die Sekundärvorgänge bei C <sub>3</sub> - und C <sub>4</sub> -Pflanzen und erklären sie mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren S1 S5 S7 K7	
stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung S1 S7 K9	stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben <i>und anaeroben</i> 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	
erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten S3 E1 E4 E8 E13		Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren E4-11		
erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels S7 E1-4 E11 E12		
	werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus S2 E9 E10 E15	Bewertungskompetenz (B)
	beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung E17 K2 K13 B2 B7 B12	
nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung S6 K1-4 B5 B7 B9		

# Inhaltsfeld Ökologie

## Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, <i>Stickstoffkreislauf</i>, Nahrungsnetz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> </ul>
Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li> </ul>
Fachliche Verfahren	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative <i>und quantitative</i> Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>

## Basiskonzepte

### im Grund- und Leistungskurs

Struktur und Funktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul>
Stoff- und Energieumwandlung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li> </ul>
Steuerung und Regelung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen physiologische Toleranz</li> </ul>
Individuelle und evolutive Entwicklung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>

# Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler...

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem S5-7 K8	Sachkompetenz (S)
erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge S4 S7 E17 K7 K8	
analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen S7 S8 K11-14	
untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen S7 E1-3 E9 E13	Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien S5 E9 E10 E12 K9	
analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen S4 S7 E9 K6-8	
bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren E3 E4 E7-9 E15 K8	
analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem S7 E12 E14 K2 K5	Bewertungskompetenz (B)
erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit S8 K12 K14 B2 B5 B10	
analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen E15 K10 K14 B1 B2 B5 beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven K13 K14 B8 B10 B12	
erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen S3 E16 K14 B4 B7 B10 B12	

# Inhaltsfeld Genetik und Evolution

## Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

<b>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, <i>Histonmodifikation</i>, <i>RNA-Interferenz</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</li> </ul>
<b>Entstehung und Entwicklung des Lebens</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</li> </ul>
	<b>Fachliche Verfahren</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCR</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gelelektrophorese</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</li> </ul>

## Basiskonzepte

### im Grund- und Leistungskurs

<b>Struktur und Funktion</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese</li> </ul>
<b>Stoff- und Energieumwandlung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese</li> </ul>
<b>Information und Kommunikation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> </ul>
<b>Steuerung und Regelung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li> </ul>
<b>Individuelle und evolutive Entwicklung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

# Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler...

### im Grundkurs

### im Leistungskurs

erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten S2 S5 E12 K5 K6	Sachkompetenz (S)
erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung S2 S6 E9 K2 K11	
erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp S4 S6 S7 E1 K8	
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	
begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren S2 S5 S6 K7	
erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse S3 S5-7 K7 K8	
erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie S4 S6 S7 E12 K6 K7	Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab S1 E1 E9 E11 K10	
deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) S4 E9 E12 K2 K9	
erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen S5 S6 E4 E5 K1 K10	
erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen S4 S6 E8-10 K11	
analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab S4 E3 E11 E15 K14 B8	
deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen S1 S3 E1 E9 E12 K8	
analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen S4 E2 E10 E12 K9 K11	
erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung S3 S5 E3 E9 K7	
diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit S4 E9 E12 E15 K7 K8	
analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen E9 E14 K7 K8 B2 B9	Bewertungskompetenz (B)
bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen S1 K14 B3 B7-9 B11	
erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung S1 S8 K4 K13 B2 B3 B9 B12	
begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung E15-17 K4 K13 B1 B2 B5	

# Übergeordnete Kompetenzerwartungen

<b>Sachkompetenz</b>	
<b>Biologische Sachverhalte betrachten</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
S 1	beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht,
S 2	strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 3	erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden,
S 4	formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
<b>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
S 5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten,
S 6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar,
S 7	erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt,
S 8	erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.
<b>Erkenntnisgewinnungskompetenz</b>	
<b>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E 2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten,
E 3	stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
<b>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 4	planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
E 5	berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E 6	berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,
E 7	nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E 8	wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
<b>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 9	finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
E 10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
E 11	widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug),
E 12	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E 13	reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
E 14	stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
<b>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren</b>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 15	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit),
E 16	reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E 17	reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

## Kommunikationskompetenz

### Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler...

- K 1 recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
- K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K 4 analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/ des Autors.

### Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler...

- K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
- K 6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K 7 erklären Sachverhalte aus ultimativer und proximativer Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen,
- K 8 unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
- K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
- K 10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

### Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- K 11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K 13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,
- K 14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

## Bewertungskompetenz

### Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler...

- B 1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz,
- B 2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven,
- B 3 unterscheiden deskriptive und normative Aussagen,
- B 4 identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
- B 5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
- B 6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

### Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler...

- B 7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,
- B 8 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,
- B 9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

### Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler...

- B 10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
- B 11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,
- B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

<p><b>UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung,                  Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> </ul>	<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</b></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> </ul>		<p>in Dendriten, Soma, Axon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]</li> <li>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>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>)</li> <li>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2])</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> <li>Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> <li>nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9]</li> <li>Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse</li> <li>Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			<p>Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13]</li> </ul> <p>Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a>	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a>	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a>	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a>	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	<a href="https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzqN^f20767">https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzqN^f20767</a>	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a>	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a>	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	<a href="https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794</a>	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
11	<a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen.cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen.cannabis212.html</a>	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	<a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a>	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile</a>	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	<a href="https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740">https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740</a>	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LIS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> </ul>		<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung</li> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> <li>• ATP-ADP-System</li> <li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H<sup>+</sup> und ATP</li> <li>• Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) [1]</li> <li>• Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</li> <li>• Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2]</li> </ul> <p><i>Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.</i></p>
---	---	--	---

## Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li> </ul>



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

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086</a>	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	<a href="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">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</a>	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053</a>	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
4	<a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de</a> <a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport</a>	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	<a href="https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport">https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport</a>	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*



<p><b>UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul>
--	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> </ul>	<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität.</li> <li>• 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)</li> <li>• Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise</li> </ul>	<p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Blattaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>Chromatografie</li> </ul>	<p>auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> </ul>	<p><b>Bedeutung?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><b>grünen Pflanzenteilen statt</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</li> <li>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</li> <li>Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</li> <li>Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b> (ca. 7 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup>) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1)</li> <li>• 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</li> <li>• Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</li> <li>• Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>		<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion zu einer schulnahen Wiese</li> </ul>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>		<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>	
<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> </ul>	<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• 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)</li> </ul>

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b> (ca. 3 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><b>Kontext:</b> <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</li> <li>Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)</li> <li>Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> </ul>	<p><b><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i></b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>• Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7)</li> <li>• Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b> <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p> <p><b>Zentrale Unterrichtssituationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</li> <li>Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li> </ul>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p>	<p>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p><b>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>• ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]</li> </ul>
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p>	<p>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</li> <li>• Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</li> </ul>
<p>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p>	<p>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> <li>• Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</p>	<p>• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p> <p>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4]</li> <li>• Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]</li> <li>• Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</li> <li>• Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ S1) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> <li>• Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>• Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</li> </ul>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p>	<p>• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p>	<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p>• Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3]</p> <p>• Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p>• Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</p> <p><i>Kontext:</i> <b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</li> <li>• Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, post-translationale Modifikation</li> <li>• Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>• 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)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</li> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</li> <li>• 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)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> </ul>	<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b> (ca. 7 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</li> <li>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)</li> <li>Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6]</li> <li>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</li> </ul>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html</a>	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	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html</a>	
3	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html</a>	
4	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078</a>	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	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s</a>	Max-Planck-Video Epigenetik

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> <li>• bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).</li> </ul>	<p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)</li> <li>• Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse</li> <li>• Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen</li> <li>• ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen</li> </ul>

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

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html</a>	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: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten?</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>• Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>• Analyse der Bedeutung von Zufallereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>• Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimater und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>reproduktive Fitness</p>		<p>(ca. 2 Ustd.) <b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>• 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]</li> <li>• Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>• Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen</li> </ul>
<p>• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p>	<p>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> <li>• Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079</a>	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li> <li>• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)</li> <li>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische</li> </ul>	<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache</li> <li>• Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen</li> <li>• Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen</li> <li>• Reflexion der ultimativen und proximativen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b></p>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>abgeleitete Merkmale</p>	<p>sche Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <p>• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p> <p>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleiche</p>	<p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</li> <li>• Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>• Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>• Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> <li>• Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</li> <li>• Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</li> <li>• Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2])</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</li> </ul>	<p>chen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</li> <li>• Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	<b>Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle</b>
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092</a>	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	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077</a>	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: 16.12.2022

<p><b>UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung,                  Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> </ul>	<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</b></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b>                  (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>• Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]</li> <li>• Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</li> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> <li>vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische</li> </ul>		<p><i>Kontext:</i>  <b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>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>)</li> <li>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2])</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	Fragestellungen an (S6, E1–3).		<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> <li>fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Störungen des neuronalen Systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</li> </ul>	<b>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</b> (ca. 2 Ustd.)	<i>Kontext:</i> <b>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9]</li> <li>Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</li> </ul>	<b>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</b> (ca. 4 Ustd.)	<i>Kontext:</i> <b>„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung</li> <li>Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt</li> <li>Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle</li> <li>Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b></p> <p><b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1]</li> <li>• Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> <li>Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).</li> <li>nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>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])</li> <li>Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4]</li> <li>Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]</li> <li>ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelluläre Prozesse des Lernens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).</li> </ul>	<p><b>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Lernen verändert das Gehirn</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10]</li> <li>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]</li> <li>ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang</li> </ul>

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

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
8	<a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a>	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
9	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile</a>	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862</a>	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materialien
11	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/</a>	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084</a>	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LIS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung</li> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> <li>• ATP-ADP-System</li> <li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd)</p>	<p><b>Kontext:</b>  <b>Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (<math>\rightarrow</math>EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle <math>\text{NADH}+\text{H}^+</math> und ATP</li> <li>• Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (<math>\rightarrow</math> Physik Sek I) [1]</li> <li>• Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1]</li> <li>• 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]</li> <li>• 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)</li> </ul> <p><i>Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.</i></p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085</a>	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
2	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung</a>	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit</li> </ul>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>• Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</p>	<p>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <i>aeroben</i> und <i>anaeroben</i> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</p>	<p><b>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <p><i>Kontext:</i> <b>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien</li> <li>• Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran</li> <li>• Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)</li> <li>• Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H<sup>+</sup> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</li> <li>• Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</li> <li>• fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD<sup>+</sup> bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)</li> <li>• Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD<sup>+</sup></li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12),</li> <li>nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)</li> </ul>	<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9)</li> <li>ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF)</li> <li>Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</li> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3]</li> <li>angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]</li> <li>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086</a>	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	<a href="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">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</a>	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053</a>	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
4	<a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de</a> <a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport</a>	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	<a href="https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport">https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport</a>	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blatt-aufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),</li> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),</li> </ul>	<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität</li> <li>• 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)</li> <li>• Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),</li> </ul>	<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>• Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>• Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesebildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</li> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>• ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>• Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>• Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</li> <li>• Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten</li> <li>• Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen</li> <li>• Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul>

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

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LIS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>	

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</li> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>- Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),</li> </ul>	<p><b>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Standortfaktoren von C<sub>4</sub>-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung</li> <li>• Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede</li> <li>• Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C<sub>4</sub>-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco</li> <li>• fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7,</li> </ul>	<p><b>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	B12)	(ca. 4 Ustd.)	der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17)</li> <li>• Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)</li> <li>• Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7)</li> <li>• Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-Ö1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exkursion zu einer schulnahen Wiese</li></ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li></ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li></ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li></ul>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</p>	<p>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).</p>	<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</p>	<p>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</p>	<p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum.</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen</li> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9)</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperatortoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung</li> <li>• Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>Ökologische Nische</li>   <li>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li>   <li>bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b> (ca. 7 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b> (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p>	<p>von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren</li> <li>Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17)</li> <li>Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7)</li> <li>Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8)</li> <li>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)</li> <li>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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)</li> <li>Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Areal			<ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)</li> <li>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]</li> </ul>

## Weiterführende Materialien:

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

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</li> </ul>	<p><b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</li> <li>Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</li> <li>Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache)</li> <li>Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> </ul>	<p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7)</li> <li>Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> <li>Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökosystemmanagement: nachhaltige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung</li> </ul>	<p><b>Wie können Aspekte der</b></p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p> <p>• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</p>	<p>und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</p> <p>• analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</p>	<p><b>Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings</li> <li>• Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz</li> <li>• Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3]</li> <li>• Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10)</li> <li>• Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)</li> <li>• Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li><li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li></ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li></ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li></ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1]</li> <li>Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>		<p><b><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i></b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4]</li> <li>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5]</li> <li>Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>Ökologischer Fußabdruck</li>   <li>Stickstoffkreislauf</li> <li>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> <li>beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</li>   <li>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> <li>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</li> <li>Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8]</li> <li>Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> <li>Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)</li> <li>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> <li>ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</li> <li>Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10]</li> <li>Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).</li> </ul>

## Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</p>	<p>• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p> <p>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</b> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ SI, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4]</li> <li>• Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]</li> <li>• Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</li> <li>• Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> <li>• Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>• Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</li> <li>erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> <li>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema</li> <li>Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> <li>Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</li> <li>Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente</li> <li>Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</li> <li>Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation</li> <li>Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>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)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF)</li> <li>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>PCR</li> <li>Gelelektrophorese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</li> </ul>	<p><b>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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)</li> <li>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6]</li> <li>Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR</li> <li>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]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html</a>	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	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html</a>	
3	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html</a>	
4	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078</a>	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	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il">https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il</a>	Video zur PCR des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam)
7	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	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: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> <li>• erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).</li> </ul>	<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b></p> <p>(ca. 10 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</li> <li>• 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)</li> <li>• 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]</li> <li>• Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen</li> </ul>

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s</a>	Max-Planck-Video Epigenetik
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cL-IznpY6Qg">https://www.youtube.com/watch?v=cL-IznpY6Qg</a>	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648</a>	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen
4	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html</a> <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/</a> <a href="https://cdrjournal.com/article/view/2994">https://cdrjournal.com/article/view/2994</a>	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	<a href="https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen">https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen</a>	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin
6	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html</a>	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: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

Konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

Qualifikationsphase - Leistungskurs

<p><b>UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> <li>• Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> <li>• erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).</li> </ul>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p> <p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</b></p> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen</b></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)</li> <li>• Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse</li> <li>• Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen</li> <li>• ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i></b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p>	<p>• bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).</p>	<p><b>auf?</b> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme</li> <li>• Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2]</li> <li>• Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen</li> </ul> <p>Kontext: <b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen</li> <li>• Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen</li> <li>• Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive</li> <li>• 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</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html</a>	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	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Die Aufgabe „Transgener Bt-Mais“ bietet insbesondere Materialien zur Entwicklung der Bewertungskompetenz, die gentechnischen Grundlagen wurden adressatengerecht vereinfacht.
3	<a href="https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9">https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9</a>	CRISPR-Cas Film Max-Planck-Gesellschaft
4	<a href="https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html">https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html</a>	CRSIPR-Cas Seite Genom-Editierung Pflanzen

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

<p><b>UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Zoobesuch</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> </ul>	<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>• Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>• Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>• 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</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven</li> </ul>	<p><b>Welche Bedeutung hat die re-</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>	<p>Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><b>produktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</b> (ca. 2 Ustd.) <b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b> (ca. 3 Ustd.)  <b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>• 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]</li> <li>• Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>• Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen</li> </ul>
<p>• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p>	<p>• erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</p>	<p><b>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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]</li> <li>• Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul>
<p>• Synthetische Evolutionstheorie:</p>	<p>• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven</p>	<p><b>Welche Prozesse laufen bei der</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Koevolution	Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	<b>Koevolution ab?</b> (ca. 2 Ustd.)	<b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> <li>• Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079</a>	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	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080</a>	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: 16.12.2022

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

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

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<p>• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p>	<p>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <p>• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p> <p>• deuten molekularbiologische Homo-</p>	<p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie lassen sich konvergente</b></p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</li> <li>• Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>• Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>• Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> <li>• Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</li> <li>• Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</li> <li>• Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</li> </ul>	<p>logien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><b>Entwicklungen erkennen?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2])</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</li> <li>• Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092</a>	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	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077</a>	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpasstheiten im Unterricht erarbeitet werden kann.

<p><b>UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Besuch des Neanderthal-Museums</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</li> <li>• die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).</li> </ul>	<p><b>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?</b></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p> <p><b>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen?</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpanse unter Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte</li> <li>• 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</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Kultur und Tradition – typisch Mensch?</b></p>

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
		<p><b>schen und andere soziale Lebewesen?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen</li> <li>• Reflexion ultimer und proximer Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung</li> </ul>